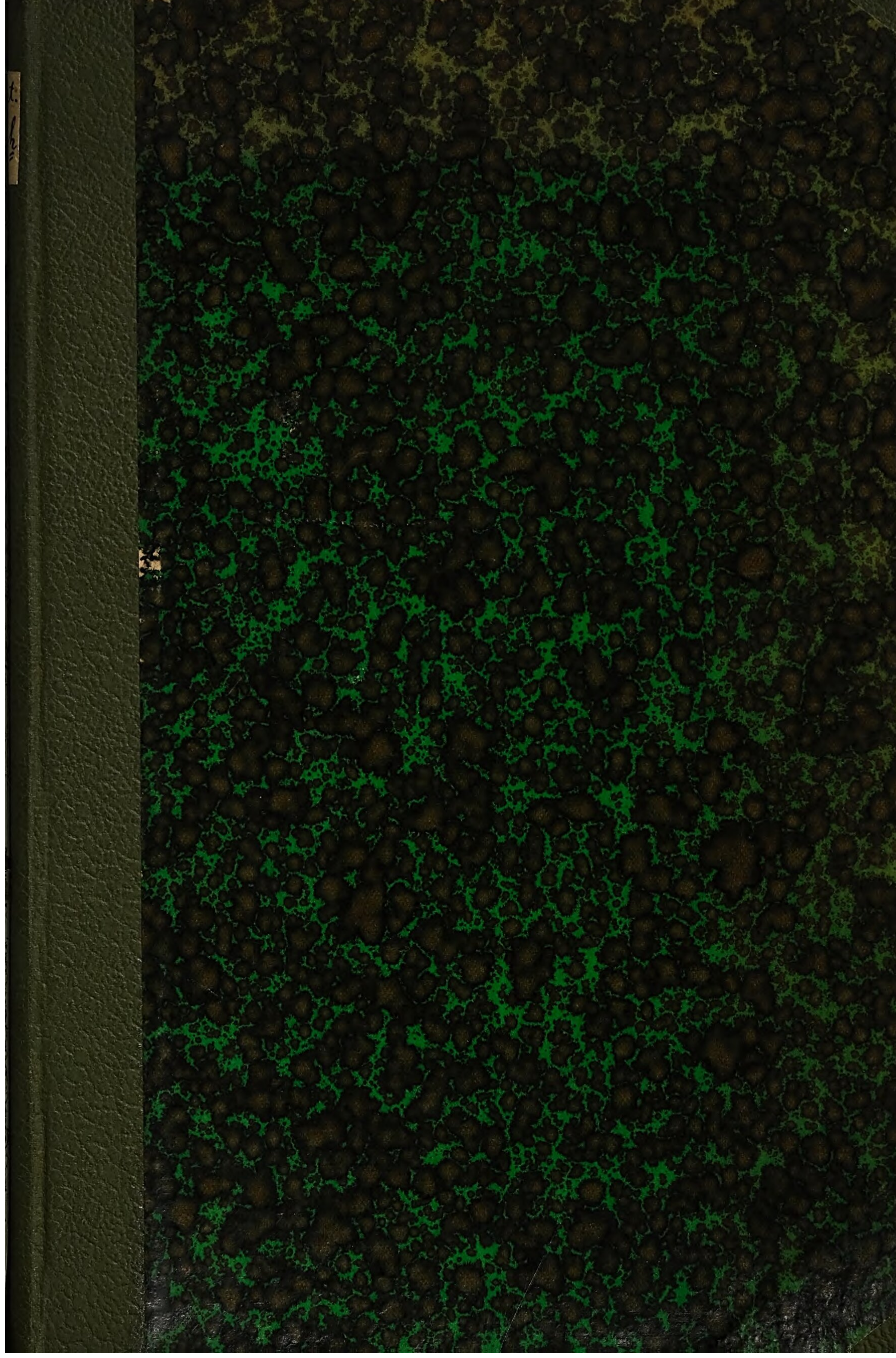




Anat. o. 62 h

Menschenkunde

verbunden mit einer

vergleichenden Tierkunde.

Bau, Verrichtung und Pflege des menschlichen Körpers

nach neuen Grundsätzen

für

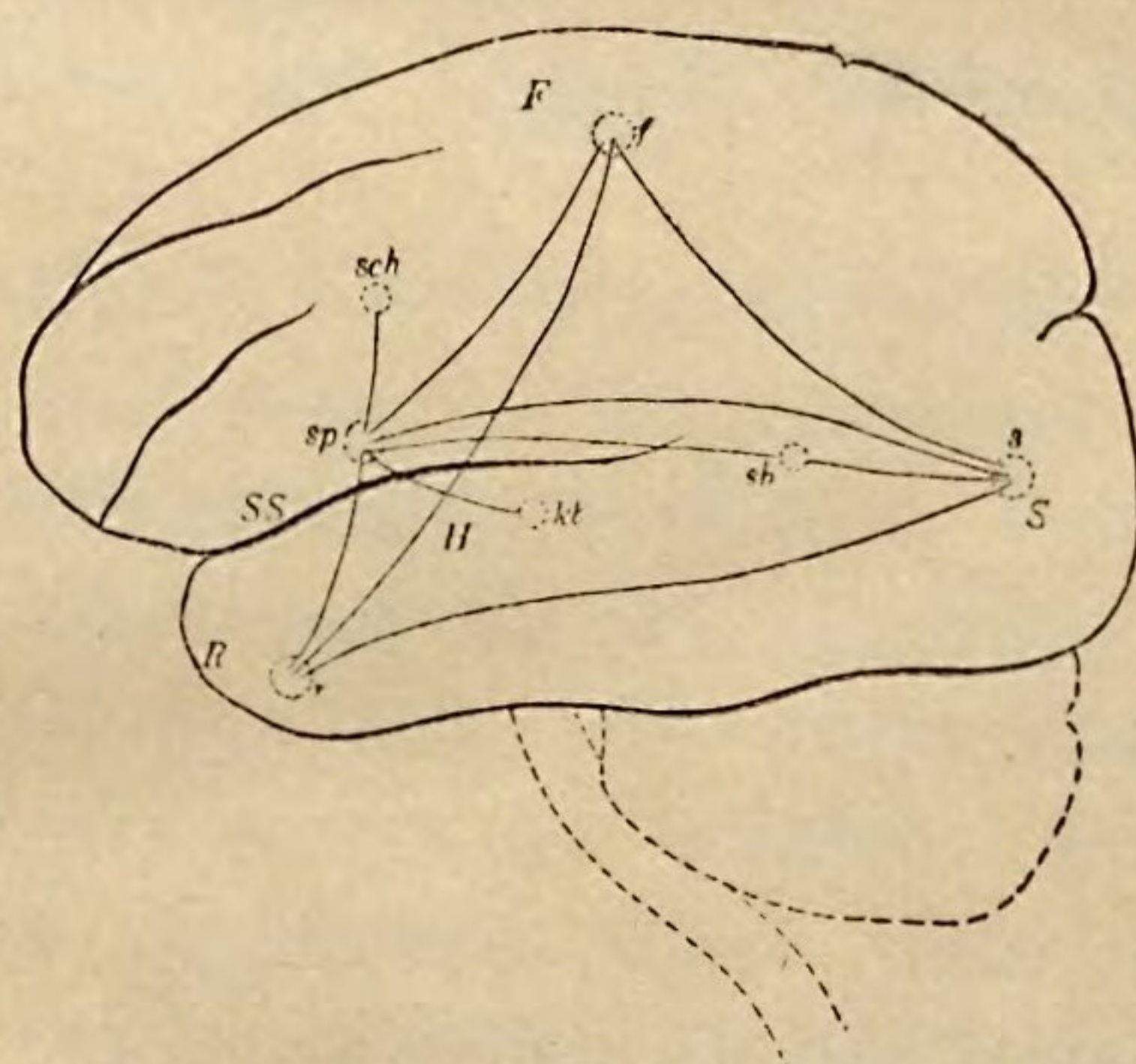
Schul- und Selbstunterricht

dargestellt

von

Dr. Röhring

W. A. Lay.



S Sehfeld, *F* Fühlfeld, *H* Hörfeld, *R* Riechfeld, *sp* Sprechfeld, *sch* Schreibfeld.

Karlsruhe.

Verlag von Otto Nemnich.

1897.



Vorwort.

Wie die Mineralien- und Pflanzenkunde des Verfassers, so ist auch die vorliegende Menschenkunde streng nach den methodischen Forderungen ausgearbeitet, die er in den „Psychologischen Grundlagen in ihrer Anwendung auf die Umgestaltung des naturgeschichtlichen Unterrichts“ — unmittelbar anschliessend an die Grundthatsachen des Seelenlebens und an die neuesten Fortschritte der Naturwissenschaft — zu dem Zwecke abgeleitet hat, den naturgeschichtlichen Unterricht zu einem allseitigen und intensiven Bildungsmittel zu gestalten, das die Bildung der Anschauung des intellektuellen, ästhetischen und religiösen Interesses und das praktische Leben **gleichmässig** berücksichtigt, den Schüler zum Beobachten und Forschen erzieht, zum Naturgenusse befähigt und ihm eine nie versiegende Quelle reinsten Freuden eröffnet.

Es sei zunächst auf folgende Gesichtspunkte aufmerksam gemacht.

1. Nur auf Grund einer vergleichenden Tierkunde, welche die für den Schüler höherer Lehranstalten geeigneten Grundthatsachen der Entwicklungsgeschichte, Anatomie, Physiologie und Biologie in vergleichender Darstellung umfasst, kann eine tiefere Einsicht in den Bau, die Verrichtung und Pflege des menschlichen Körpers gewonnen werden; nur im Anschluss an eine vergleichende Tierkunde findet man die Einheit in der Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der lebenden und empfindenden Naturformen, und nur auf diesem Wege gewinnt man einen höheren, sachgemässen Standpunkt in der Naturauffassung und in der Weltanschauung überhaupt.

2. Wenn man die Entwicklungsgeschichte, Physiologie und Biologie berücksichtigt, d. h. wenn man an das Leben und nicht

an die toten Formen anknüpft, wenn man von der Thätigkeit der Organe und nicht von der Form, Zahl und Einteilung ausgeht — dann erweckt man in weit höherem Masse das Interesse und sichert durch tieferes Verständnis bleibenden Erfolg. — Man vergleiche z. B. Zeichnungen und Text über die Entwicklungsstufen der Lunge, des Herzens, der Gliedmassen etc. im Stamme der Wirbeltiere und beim Menschen. Tafel: III; IV; VII 1, 9—12 etc.

3. Nur diejenigen Regeln der Gesundheitslehre, die der Schüler auf Grund seiner Kenntnisse von dem Bau, der Verrichtung und der gewöhnlicheren Erkrankungen der Organe jederzeit selbst abzuleiten vermag, haben einen bleibenden Wert und üben einen bestimmenden Einfluss auf den Schüler aus.

4. Nur auf Grund bestimmter Kenntnisse von dem Bau und der Verrichtung der Sinnesorgane und des Gehirns, die in vorliegendem Buche entsprechende Berücksichtigung finden, ist es möglich, den Schüler mit Erfolg in die neuere Psychologie einzuführen, wie dies mit Recht in Lehrerseminarien im pädagogischen Unterricht und in anderen höheren Schulen in der philosophischen Propädeutik bereits angestrebt wird.

So viel im allgemeinen; im übrigen sei auf die methodischen Ausführungen in den „Psychologischen Grundlagen“ verwiesen.

Dadurch, dass in des Verfassers „Psychologischen Grundlagen“ die Methodik des naturgeschichtlichen Unterrichts unmittelbar von psychologischen Thatsachen abgeleitet wurde, hat sich eine Reihe methodischer Grundsätze ergeben, die vielfach gar nicht oder doch nur ungenügend berücksichtigt werden, und es ist daher für eine richtige Beurteilung der Menschenkunde und für eine naturgemässe und erfolgreiche Behandlung des nach massgebenden Gesichtspunkten ausgewählten Stoffs nötig, sich mit jenen methodischen Grundsätzen vertraut zu machen. Es seien besonders betont die Ausführungen:

1. Über das Lehrverfahren, nach dem der Schüler beobachten, finden, entdecken, forschen lernt.

2. Über die Bedeutung und die Ausführung der Beobachtungen und Versuche, welche die Grundlage, das Fundament des Unterrichts bilden müssen.

3. Über die Bedeutung der ursächlichen Beziehungen für das intellektuelle, ästhetische und religiöse Interesse.

III

4. Über das methodische Prinzip der Vergleichung, die sich nicht bloss auf die Eigenschaft der Organe, sondern sich gleichzeitig auch auf ihre Entwicklungsstufen und ihre Funktion erstrecken muss.

5. Über das Vorzeichnen, Nachzeichnen und das Zeichnen aus dem Gedächtnis, über die Art der Zeichnungen und ihre Bedeutung nicht als Anschauungsmittel, sondern hauptsächlich als Mittel zur Vertiefung der Anschauung.

6. Über die Anschauungsmittel und ihre Verwertung. Wo ausnahmsweise die Naturdinge selbst, die Präparate und Modelle fehlen, sind grosse farbige Abbildungen nötig; die kleinen einfarbigen Illustrationen der Lehrbücher genügen nicht.

7. Über die grosse Bedeutung des Systems und dessen Aufbau durch den Schüler in Form einer vergleichenden Wiederholung.

8. Über die vergleichenden Wiederholungen, die den Zweck haben, die Verwandtschaft nachzuweisen, das System aufzubauen und biologische Leitsätze abzuleiten.

9. Über die Berücksichtigung der Beziehungen zwischen der Menschenkunde und den anderen Unterrichtsgegenständen.

10. Über die Mängel und Gefahren der heutigen Reformbestrebungen im naturgeschichtlichen Unterricht.

Die Menschenkunde, die auch für den Kollegen, der sich nicht mit anatomischen und physiologischen Studien beschäftigt hat, manches Interessante in einfacher Darstellung bieten dürfte, bildet mit des Verfassers Tierkunde, Pflanzenkunde, Mineralienkunde und Erdgeschichte und den schematischen Zeichnungen zu diesen Lehrbüchern eine methodische Einheit.

Dem Verleger ist Dank zu sagen, dass er mit erheblichen Kosten die schematischen Zeichnungen zur Menschenkunde in vorzüglicher Weise vervielfältigen liess.*)

Möge auch die Menschenkunde dieselbe gute Aufnahme finden, wie sie den anderen Lehrbüchern des Verfassers zu Teil geworden ist.

Karlsruhe, im Dezember 1896.

W. A. Lay.

*) Es wird sich sehr empfehlen, die neuen Tafeln (durch Schüler) gross, als Wandtafeln, zeichnen zu lassen.

Inhalt.

Von der Eizelle und von der Entwicklung der verschiedenen Gewebe .	1
Vergleichung der Tiere und des Menschen nach dem Aufbau und dessen Bedeutung	7
I. Die Bewegung und ihre Organe	7
II. Der Stoffwechsel und seine Organe	26
III. Die Empfindung und ihre Organe	55
Der Mensch und die Natur	81
Biologische Leitsätze	82

Fehlerverzeichniss.

- S. 1: Überschrift: Eizelle statt Zelle.
 - S. 6: Zeile 12 v. u.: gewöhnlich stärkeren.
 - S. 15: Zeile 1 v. u.: Die Scheitelbeine.
 - S. 25: 6. Zur Bewegung der Sinnesorgane.
 - S. 29: Zeile 12 v. u.: Die Nesselkapseln.
 - S. 57: an Fühlern.
 - S. 68: Überschrift: peripheres.
 - S. 75: unter der Unterschrift: Durch das Licht zersetzt.
 - S. 78: Nickhaut- oder Harder'sche Drüse; den Albinos.
-

Erklärung zu Tafel I.

—

1. *A.* Frei lebende Zelle (Amöbe). Klümpchen Fleischsubstanz: Sarkode oder Protoplasma. *k* Zellkern, dichteres Protoplasma, mit den Kernkörperchen. *v* Vakuole, ein mit heller Flüssigkeit erfüllter Raum, der sich rhythmisch zusammenzieht und wieder erweitert. *a* Algenstückchen, das zur Verdauung umflossen ist. *s* Scheinfüsschen (Pseudopodien) = Fortsätze des Protoplasmas zur Fortbewegung.

B. Eine Zelle, die sich teilt (Teilung von Kern und Plasma).

C. Ein tierisches Ei ohne Hülle (Eizelle). *d* Dotter (Protoplasma). *b* Keimbläschen (Zellkern). *f* Keimfleck (Kernkörperchen).

D. Vogelei. Schale: *s* Kalkschale. *ih* und *ah* innere und äussere Schalenhaut. *l* Luftkammer. *h* Hagelschnüre (Chalazen). *e* Eiweiss. Zelle: *dh* Dotterhaut. *wd* und *gd* weisser und gelber Dotter (Protoplasma). *k* Kiemscheibe = Zellkern (Keimbläschen genannt) mit einer Unterlage von Protoplasma.

2. Befruchtung eines Eies. *g* Gallerthülle der Eizelle, oft mit einer Öffnung (Mikropyle), *s* Spermatozon (Samenfaden), eine Zelle mit geisselförmigem Fortsatz zur Bewegung dringt ein; gleich darauf wird eine Dottermembran gebildet, die keinen zweiten Samenfaden durchlässt. Der Kern der Ei- und der Samenzelle verschmelzen zu einem einzelligen Kern, dem Furchungskern.

F. *I.*, *II.*, *III.* die ersten Stadien der Furchung; Furchungskern zerlegt; *Mo* Morulastadium. *Bl* Blastulastadium. *Ga* Gastrulastadium. *u* Urmund. *z* Zellen, die das mittlere Keimblatt bilden.

3. *I.* Entstehung des äusseren und inneren Keimblattes (*ek*, *en*). *u* Urmund.

II. Entstehung des mittleren Keimblattes (durch Faltung und Bildung der Darm- und Körperhöhle. *me* Mittleres Keimblatt, Mesoderm: *hf* Hautfaserblatt, *df* Darmfaserblatt, *dd* Darmdrüsenblatt.

III. Entstehung des Nervenrohres (Rückenmark und Gehirn) *m*, und der Rückensaite (Chorda) *ch*. *uw* Urwirbelanlage.

IV. Längsschnitt durch den Keimling. *nr* Nervenrohr. *ch* Rückensaite. *dr* Darmrohr. *d* Dotterblase.

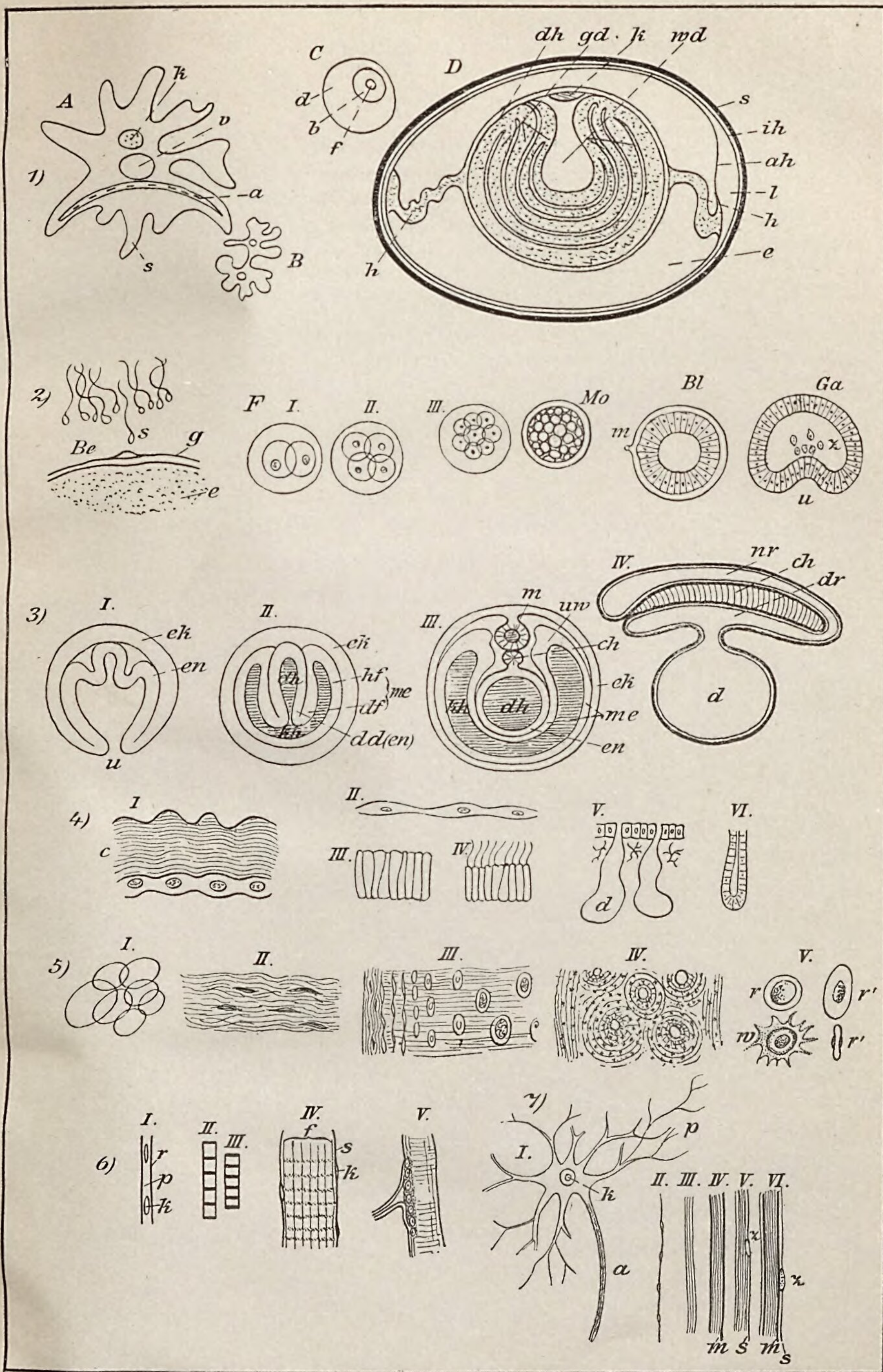
4. Epithelgewebe. *I.* Deckepithel, *c* Kutikula. *II.* Plattenepithel. *III.* Cylinderepithel. *IV.* Flimmerepithel. *V.* Drüsenepithel mit Drüsenzellen *d* (aus dem Schneckenmantel). *VI.* Eine mehrzellige Drüse (Lieberkähn'sche Drüse aus dem Darm). Sinnesepithel: siehe Tafel *IX*.

5. Bindesubstanzen. *I.* Fettgewebe. *II.* Faseriges Bindegewebe. *III.* Knorpelgewebe mit Knorpelzellen. *IV.* Knochengewebe (verbundene Kanäle mit Blutgefässen). *V.* *r* rotes, *w* weisses Blutkörperchen vom Menschen; fast bei allen Säugern rund und kernlos, bei fast allen anderen Wirbeltieren oval mit Kern *r'*.

6. *I.* Muskelfibrille. *r* Kontraktile Rinde. *p* Achse von Protoplasma. *k* Zellkern. *II.* Quergestreifte Muskelfibrille, ausgedehnt, *III.* zusammengezogen. *IV.* Ein Primitivbündel. *f* Fibrille, *s* Sarkolemma, die Hülle, mit Zellkern *k*. *V.* Muskelfasern mit eintretendem Nerv.

7. *I.* Ganglionzelle vom Menschen. *k* Zellkern. *p* Protoplasmafortsatz. *a* Achsenzylinderfortsatz. *II.* Fibrille. *III.* Faserbündel ohne, *IV.* mit Markscheide, *V.* mit Schwann'scher Scheide (Zellkern), *VI.* mit Markscheide und Schwann'scher Scheide (*m*, *s*).

Tafel I.



A. Von der Entwicklung der Zelle und von den Geweben.

(Embryologie und Histologie.)

I. Die tierische Zelle als lebendige Substanz.

Anschauung: Amöbe (siehe Tierkunde); weisse Blutkörperchen = Wanderzellen; starke Vergrösserung.

An der tierischen Zelle unterscheidet man: 1. ein gallertartiger Stoff aus Eiweiss, Fett, Wasser, Salzen = Protoplasma (d. h. erstes Gebilde), 2. ein Kern aus festerem Protoplasma = Zellkern.

Die Amöbe — also auch das Protoplasma — bewegt sich, atmet, verdaut, wächst, vermehrt sich und empfindet (siehe Tierkunde!). Bewegung, Ernährung, Vermehrung, Empfindung sind Lebenserscheinungen. Das Protoplasma ist also der Träger des Lebens; es ist die lebendige Substanz.

Aus Zellen ist der Leib der Pflanzen, Tiere und Menschen zusammengesetzt. Das Gesamtleben eines lebendigen Wesens kann also als die Summe der Lebensthätigkeiten seiner Zellen aufgefasst werden.

Die Teile eines Lebewesens, mit denen es sich bewegt, ernährt, mit denen es atmet, verdaut, empfindet, heisst man Organe (Werkzeuge); die Zellen verrichten auch solche Geschäfte; sie sind also Organe. Aus solchen einfachen Organen setzen sich die andern Organe zusammen; die Zelle ist deshalb das Elementarorgan der Lebewesen.

Die Zelle zeigt die Lebenserscheinungen unter den einfachsten Verhältnissen; der Naturforscher kann hier das Leben bis ins einzelne beobachten und beschreiben, aber nicht erklären — er steht hier vor einer Schranke des menschlichen Erkennens.

2. Entwicklung der Keimblätter.

Anschaungsmittel: Hühnerei; Modelle. Wandtafeln. Beobachtungen: Der Fischzüchter bringt Rogen und Milch in das Wasser zusammen und es entstehen die jungen Fische. Rogen und Milch bestehen aus Zellen. Der Rogen, die Eizellen, stammen von dem weiblichen Fisch, die Milch, die Samenfäden (Samenzellen, Spermatozoiden) von dem Milchner, dem männlichen Fisch (Eizelle und Spermatozoid der Farne und Moose). Wie bei den Pflanzen verschmilzt eine Eizelle mit einer andersartigen Zelle, der Samenzelle, zu einer einzigen Zelle mit einem Zellkern (Befruchtung).

Am Hühnerei unterscheidet man: a) das eigentliche Ei, die Zelle, und zwar: 1. die Keimscheibe an der Seite im weissen Dotter, das ist der Zellkern; 2. den Dotter, das ist das Protoplasma; b) die Hüllen (später zum Schutz auf der Zelle abgelagert) und zwar: 1. die Dotterhaut, 2. das Eiweiss, 3. die innere und äussere Schalenhaut, 4. dazwischen am stumpfen Ende die Luftkammer, 5. die kalkartige, feste, luftdurchlässige Schale. Die Hagelschnüre halten das eigentliche Ei in seiner Lage fest. Dotter, Eiweiss und Luft sind nötig zur Entwicklung des Keimlings (Teile eines Pflanzensamens!).

Entwicklung eines Keimlings (Embryos): 1. Die Eizelle zerfällt durch eine gleichmässige Teilung (Furchung) der Reihe nach in 2, 2.2, 2.4, 2.8 und schliesslich in sehr viele kugelförmige Teilstücke. Es entsteht ein maulbeerartiger Klumpen von kleinen, ganz gleichartigen Zellen = Morulastadium. 2. Die inneren Eizellen dringen nach aussen; an Stelle der Beere entsteht eine Blase, die Keimblase, die sich durch Schlagen der Flimmerhaare, das sind Fortsätze des Protoplasmas, im Wasser bewegen kann = Blastulastadium. 3. Ein Stück der Blasenwand stülpt sich so nach innen, dass schliesslich die Körperwand verdoppelt wird (Gummiball eindrücken!). Die Einstülpungsöffnung heisst Urmund, die äussere Zelllage wird äusseres Keimblatt (Ektoderm), die innere Zellschicht inneres Keimblatt (Entoderm) genannt = Gastrulastadium.

Alle Tiere mit Ausnahme der einzelligen Urtiere — und auch der Mensch — machen diese Entwicklungsstufen durch. Bei

den Tieren mit einem Darm entsteht durch Faltung aus dem inneren Keimblatt vom Blasengrunde aus oder durch Ausscheidung von Zellen vom Urmunde aus ein mittleres, drittes Keimblatt (Mesoderm).

3. Entwicklung der tierischen Gewebe.

Anschauungsmittel: Präparate, Wandtafeln.

In einem einzelligen Tier (Amöbe) muss ein und dieselbe Zelle die Bewegung, Ernährung, Vermehrung besorgen. Bei vielzelligen Tieren hingegen können bestimmte Zellen für die Bewegung, andere für die Ernährung, wieder andere für die Empfindung sorgen und dementsprechend verschiedene Eigenschaften in der Form und Zusammensetzung annehmen; sie sind dadurch imstande, ihre Arbeit rascher und besser zu verrichten (vergleiche einen Mann, der die Arbeit aller Handwerker und Künstler verrichtet, mit einem Mann, der einen bestimmten Beruf hat). Zur Vervollkommnung der Arbeit findet also Arbeitsteilung oder Differenzierung statt. So gehen aus dem äusseren Keimblatt später hervor: die Oberhaut und ihre Gebilde, das Nervensystem; aus dem inneren Keimblatt: die Darmschleimhaut, die Darmdrüsen, die Epithelien, das sind die überziehenden Bestandtheile der Lungen, der Schilddrüse, der Leber, des Pankreas; aus dem mittleren Keimblatt: die Blutzellen, das Herz, die Gefässe, die Lederhaut, die Fettgewebe, Knorpeln, Knochen, Harnorgane und Muskeln. Die Nährstoffe werden von den Zellen nicht bloss zum Wachstum verwendet, sondern vielfach auch zur Bildung der sogenannten Protoplasmaprodukte, der Muskel-, der Nervensubstanz etc. Die Bildungszellen, die diese Substanzen ausscheiden, bleiben nur als kleine Reste in der Muskel-, Nerven-, Knorpelsubstanz übrig. Wenn die Zellen eines Zellkomplexes sich vermehren, gleichartige Protoplasmaprodukte mit gleicher Funktion ausscheiden, gleichartige Form und gleiche Verbindung mit den Nachbarzellen annehmen, so entsteht ein Gewebe. Man unterscheidet:

I. Das Epithelgewebe: Es überzieht als äussere Schichte der Haut die Oberfläche und alle Innenräume des entwickelten Tierkörpers, zeigt die Zellen in der ursprünglichsten Form (Epithelgewebe der Keimblätter), und die zellige Struktur ist deutlich zu erkennen. 1. Das Oberhautzellgewebe, die Epidermis. a) Es sorgt für Gasaustausch und für Schutz, bildet im letzten Falle eine

festen Hülle oder scheidet an der inneren Grenzfläche des Gewebes eine anfangs flüssige, später hart werdende, strukturlose Schicht, eine Kutikula aus: Deckepithel. b) Zellen stehen mit Nervenenden in Verbindung = Sinneszellen: Sinnesepithel. 2) Das Schleimhautepithel. a) Es kleidet die Hohlräume des Körpers als Platten- und Cylinderepithel aus. b) Zellen oder Zellkomplexe sondern Flüssigkeiten (Sekrete) aus, saugen Flüssigkeiten auf: Drüsenzellen, Drüsenepithel. c) Zellen haben Wimpern (Protoplasmafortsätze), um Stoffteilchen fortzubewegen: Flimmerepithel.

II. Binde-substanzen: Die Bildungszellen scheiden zwischen den Zellen die Inter-cellularsubstanzen aus, füllen dadurch die Zwischenräume zwischen den übrigen Geweben und den Organen aus, verbinden, umhüllen, befestigen, stützen; daher hat das Bindegewebe verschiedene Formen und physikalische Eigenschaften. Man unterscheidet:

1. Das Fettgewebe, deutlich zellig.
2. Das faserige Bindegewebe in Sehnen, Bändern und in der Lederhaut; die Bildungszellen liegen als Bindegewebe-körper zerstreut in der ausgeschiedenen faserigen Grundsubstanz.
3. Das Knorpelgewebe bei Wirbeltieren (Knorpelfische, Knorpelknochen der Kinder). Die Bildungszellen scheiden Knorpel als eine homogene oder faserige Grundsubstanz aus, durch Elastizität ausgezeichnet.
4. Das Knochengewebe (Skelett der Wirbeltiere). Die Bildungszellen, die „Knochenkörperchen“, haben lange Fortsätze, die sich strahlenförmig in einer Grundsubstanz ausbreiten. Sie besteht aus: phosphorsaurem Kalk (fast $\frac{2}{3}$), aus andern Salzen und Leimsubstanz ($\frac{1}{3}$). Der weiche Inhalt verschwindet später und es entstehen Hohlräume, die den Knochen leichter und fester machen. Das Knochengewebe entsteht vielfach aus dem Knorpelgewebe; die Knochen sind daher in der Jugend vielfach biegsam und verkrümmen leicht.
5. Blut und Lymphe. Blut an die Luft stellen, es gerinnt, stockt. Es zeigt sich a) der Blutkuchen = Blutkörperchen und von denselben ausgeschiedenes geronnenes Eiweiss (und zwar Faserstoff oder Fibrin; das Gerinnen des Fibrins hilft die Wunden schliessen); b) das Blutserum = Flüssigkeit mit

Eiweiss, Wasser, Salzen. In 1 cbmm Menschenblut sind 5 Millionen rote und weit weniger weisse Blutkörperchen enthalten. Die roten Blutkörperchen sind tellerartige, eingedrückte Scheibchen. Sie enthalten einen rotgefärbten, eisenhaltigen, krystallisierbaren Eiweisskörper, das Hämoglobin, das den Sauerstoff aus der Luft rasch aufnimmt und ihn wieder leicht an die Gewebe abgibt (hellrotes = sauerstoffreiches, dunkelrotes = sauerstoffarmes Blut). Nur die Wirbeltiere (Lanzettfischchen ausgenommen) haben rote Blutzellen; sie haben bei verschiedenen Tierarten verschiedene Form, so dass man von der Form auf die Tierart schliessen kann, von der sie stammen (Kriminalfälle). Die weissen Blutkörperchen haben die Gestalt und die Lebensweise einer Amöbe. Sie zehren fremde Körper auf und bringen Stoffe an andere Stellen des Körpers, z. B. beim Einschrumpfen des Schwanzes der Kaulquappen.

Die Lymphe enthält: 1. eine klare, weniger eiweissreiche Flüssigkeit; 2. Lymphkörperchen. Die Lymphflüssigkeit ist ein Filtrat des Blutes, das die Gewebe behufs Ernährung durchtränkt. Die Lymphkörperchen sind nichts anderes als weisse Blutkörperchen und entstehen grösstenteils in den Lymphdrüsen. Die Lymphe des Darms hat viel Fett aufgenommen, erscheint weiss und heisst Milchsaft oder Chylus.

III. Die Muskelgewebe, das magere Fleisch. Es ermöglicht insbesondere durch Annähern oder Entfernen zweier gelenkig verbundener Skeletteile die Bewegung. Die Bildungszellen scheiden die Muskelsubstanz — etwa $\frac{3}{4}$ Wasser, $\frac{1}{4}$ Faserstoff, Eiweiss und Salze — in langen Fasern aus. Die Muskelfasern können nur der Länge nach, aber sehr rasch und kräftig zusammengezogen werden. Die Bildungszellen bleiben als kleine, unscheinbare „Muskelkörperchen“ in der Faser erhalten. Die Zellen bleiben einzeln = glattes Muskelgewebe, oder hintereinanderliegende verschmelzen = gestreiftes Muskelgewebe. Bei den Wirbeltieren sind die Muskeln der Eingeweide (mit Ausnahme des Herzens) glatt. Die Körpermuskeln, die willkürlich und energischer bewegt werden können, sind in der Regel gestreift; doch sind die Körpermuskeln der Weichtiere glatt und die Eingeweide- und Körpermuskeln vieler Insekten und Krebse quer gestreift.

Viele röhrenförmige, mit dem Fleischsaft gefüllte Muskelfäserchen (Fibrillen) vereinigen sich zu der haarfeinen Fleisch-

faser (dem Primitivbündel), das von einer Haut (Sarkolemma) schlauchförmig umgeben wird. Viele Fasern bilden den Muskel. Die Gestalt ist bei den Skelettmuskeln spindelförmig (mausförmig; musculus = Mäuslein; die dünnen, weissen, zähen Enden oder Ansatzstellen heissen Sehnen oder Flechsen), bei den Hautmuskeln flach, bei den Eingeweidemuskeln ringförmig. Die Muskeln sind von Blutgefässen und von Bewegungsnerven durchzogen. Jene besorgen die Ernährung, diese veranlassen das Zusammenziehen und Ausdehnen.

IV. Das Nervengewebe. Aufgabe: 1. Vermittelst Nerven werden Druck-, Wärme-, Schall-, Licht-, Geruch- und Geschmacksreize als Erregung von der Körperoberfläche nach Nervenorganen im Innern (Nervenknoten, Gehirn) fortgeleitet, um als Empfindung bewusst zu werden. 2. Willenreize der centralen Nervenapparate werden als Erregung von den Nervenknoten und dem Gehirn aus zu den Muskeln geleitet, um Bewegungen zu veranlassen. Es giebt also Empfindungsnerven, sensorische oder centripetale Nerven und Bewegungsnerven, motorische, oder centrifugale Nerven. 3. Nervenenerregungen, die an verschiedenen Orten zustande kommen, werden durch Nervenzellen zu einer Einheit zusammengeordnet.

Das Nervengewebe weist also auf:

1. Nervenzellen zur Kombination von Erregungen; sie besitzen viele gabelig (zweiteilig) verzweigte Protoplasmafortsätze zur Verbindung mit anderen Zellen und einen einzigen, nicht gewöhnlich verzweigten, stärkeren Fortsatz (Achsenylinderfortsatz), der in eine Nervenfaser übergeht. Die im Gewebe nicht mehr nachweisbaren Bildungszellen scheiden die Nervensubstanz aus, die aus etwa $\frac{3}{4}$ Wasser, aus Eiweiss und phosphorhaltigen Fetten besteht.

2. Nervenfaser zur Leitung der Erregung; sie sind aus Nervenzellen entstanden, lang, fadenförmig. Viele Fäserchen bilden eine Faser, viele Fasern einen Bündel, einen Nerv. Die Nervenfaser (Achsenylinder) können von einer fettähnlichen Masse, der „Markscheide“, umgeben sein, die wie ein Isolator wirkt. Alle Nervenfaser ausserhalb des Gehirns und Rückenmarks sind von einer Haut, der Schwann'schen Scheide, umgeben.

Erklärung zu Tafel II.

—

1. *I.* Bewegung der Amöbe durch Ausdehnung und Zusammenziehung von Scheinfüsschen. *II.* Foraminifere, äussere Skelett-Schale, durchlöchert. *III.* Bewegung von Infusorien durch Geisseln und *IV.* durch Wimpern; Zellwand verdickt.

2. Entstehung einer Muskelfaser aus einer Zelle *I.—IV.* *V.* und *VI.* Beugung des Unterarmes *dl.* *d* Drehpunkt des Ellenbogengelenks. *k* Angriffspunkt der Kraft des Muskels *m.* *l* Angriffspunkt der Last, Lastarm *dl*, Kraftarm *dk* = Wurfhebel.

3. *I.* Körperwand eines Hohltieres. *ek* Ektoderm. *en* Entoderm mit Wimperzellen, zwischen beiden die Stützlamelle. *k* Kutikula. *n* Nesselkapseln.

II. Nesselkapsel, eine Zelle mit Borste und eine Blase mit spiralig aufgerolltem Nesselfaden.

III. Nesselfaden, mit dem Widerhaken nach aussen gestülpt.

IV. Eine Quallenform (Meduse). *g* Gallertscheibe. *m* Munddarm, klöppelartig. *v* = Segel (Velum). *b* Bruttasche. *f* Fangfäden. *r* Randkörper. Hautmuskelschlauch der Würmer und Gliedertiere: siehe Zeichnungen zur Tierkunde, Tafel 9 und 11.

4. Schale eines Weichtieres (Querschnitt). *k* Kutikula (Epidermis). *pr* Prismenschichte. *pe* Perlmutterschichte.

5. *I.* Haut des Lanzettfischchens, einschichtig. *s* Sinneszellen. *h* Haar. *n* Nervenfasern. *g* Ganglienzellen.

II. *a* Rund-, *b* Schmelz-, *c* Kammschuppe. *d* Plattenschuppe oder Hautzahn eines Fisches, auf einem Blättchen stehend.

III. Haut eines Salamanders (Querschnitt), zweischichtig. *e* Oberhaut (Epidermis). *c* Unterhaut (Cutis oder Corium). *p* Pigment. *d* Drüsen. *m* Muskelfasern.

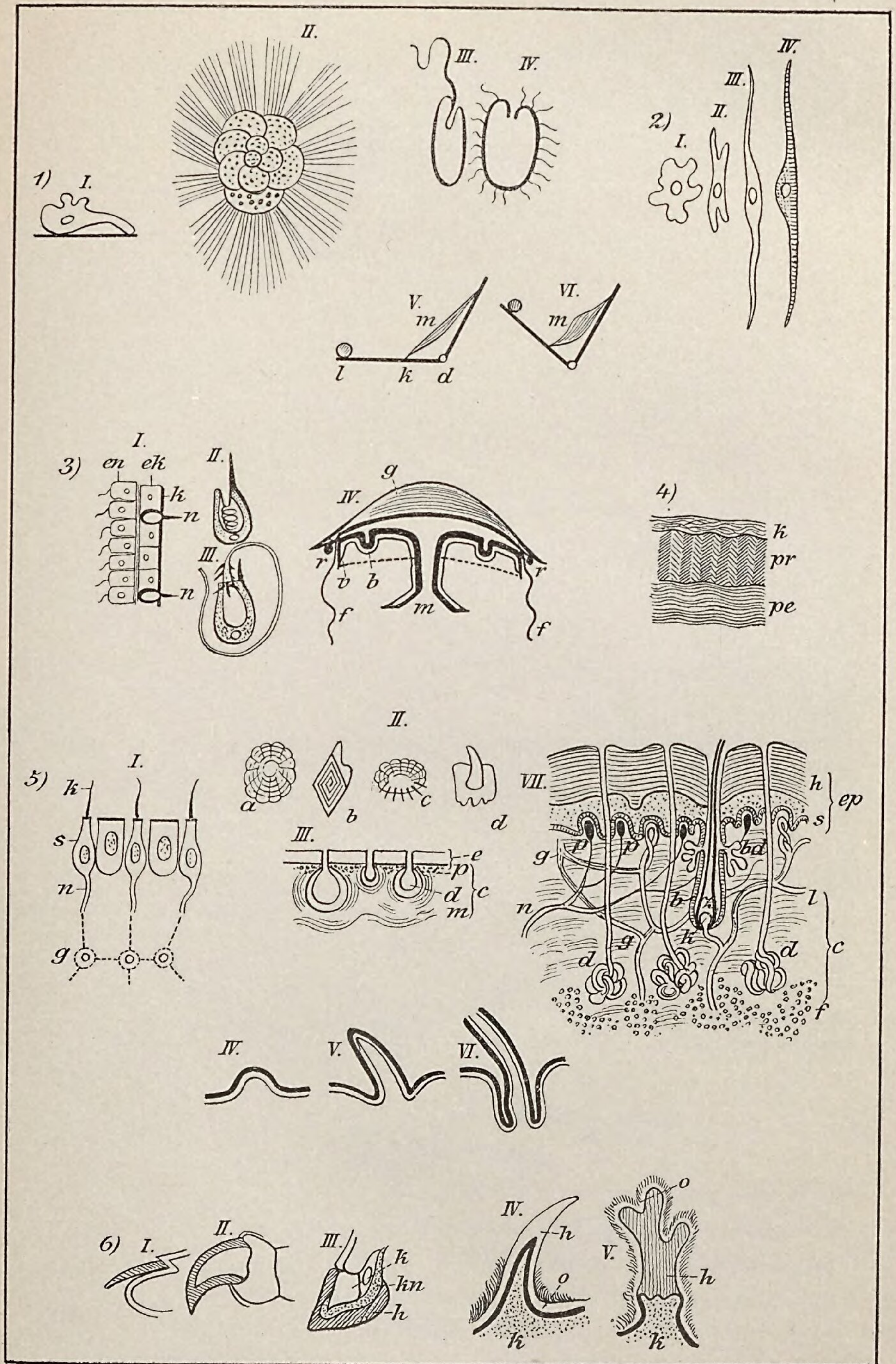
IV.—VI. Drei Stadien der Schuppen-, Haar- oder Federbildung.

VII. Haut des Menschen (Durchschnitt). *h* Hornhaut. *s* Schleimhaut mit dem Pigment. *l* Lederhaut. *f* Fetthaut. *g* Blutgefässe. *n* Nerv mit Nervenpapillen *p.* *d* Schweissdrüsen. Haar mit *k* Haarkeim, *b* Haarbalg. *bd* Balgdrüsen. *z* Haar.

6. *I., II., III.* Nagel, Krallen, Huf. *k* Knochen. *kn* Knorpel. *h* Hornmasse, Schnh.

IV. und *V.* Horn und Geweih. *k* Knochen (Stirnzapfen; Rosenstock). *o* Oberhaut mit Haaren. *h* Hornbildung (Horn; Geweih).

Tafel II.



B. Vergleichung der Tiere und des Menschen nach dem Aufbau und dessen Bedeutung.

(Vergleichende Anatomie, Morphologie, Physiologie und Biologie.)

I. Die Bewegung und ihre Organe.

Beobachtungen und Versuche. 1. Die Amöbe sendet Protoplasmafortsätze aus und zieht dieselben zusammen, so dass der Körper nachgezogen wird. (Siehe Tierkunde: Amöbe.) Das Protoplasma kann also ausgedehnt und zusammengezogen werden. — Andere Urtiere setzen durch Ausdehnen und Zusammenziehen der Protoplasamassen bleibende Fortsätze (Wimpern und Geisseln) in Bewegung. 2. Von den Hohltieren an aufwärts bilden sich Muskelfasern und Muskeln aus. Während nämlich das Protoplasma der Urtiere alle möglichen Geschäfte besorgt, bildet sich ein besonderer Stoff, die Muskelsubstanz, nur für die eine Aufgabe, rasch und stark sich ausdehnen und zusammenziehen zu können. S. 5. III. 3. Ähnlich wie die Amöbe bewegen sich Armpolypen, Würmer, Weichtiere, Schlangen fort, indem sie fleischige Teile des Körpers strecken, dann zusammenziehen und den Körper nachziehen. 4. Fasse den starken, sogenannten zweiköpfigen Armmuskel, der, von der Schulter kommend, an der obern Speiche sich ansetzt, in der Mitte des Oberarmes zwischen Daumen und Fingern fest und beuge und strecke abwechselnd den Unterarm. Beim Beugen verkürzt und verdickt sich der Muskel, beim Strecken wird er verlängert und abgeflacht. Die Speiche stellt einen starren (im Ellenbogengelenk) drehbaren Stab, einen Hebel dar. Als Last wirkt das Gewicht des Unterarmes und das Gewicht eines Gegenstandes, der gehoben wird. Als Kraft wirkt die Muskelkraft, die Kraft, mit der sich der Muskel zusammenzieht. Die Muskelkraft beugt also den Unterarm, d. h. sie bewegt den Unterarm gegen den Oberarm. In ähnlicher Weise werden beim Gehen, Fliegen, Schwimmen, Kauen, Greifen etc. Körperteile (Skeletteile) als Hebel durch Muskelkraft um eine Achse (Gelenk) mehr oder weniger gedreht. Die Anregung zum Zusammenziehen der Muskeln geht von den Nerven aus, die vom Gehirn ausgehen und in den Muskeln sich verzweigen. Vielfach stehen Körperdecke und Hautskelett im Dienste der Bewegung.

I. Körperdecke und Hautskelett.

Wirbellose Tiere.

Urtiere: Die Zellwand verdickt sich oder scheidet aus: Kalk (Foraminiferen), Kiesel (Radiolarien), chitinartige Stoffe (Infusorien; Kapseln zum Einschliessen). Solche schützende Körperdecken werden äussere Skelettbildung genannt. Über die Bewegung siehe oben: Beobachtungen und Versuche.

Hohltiere: Ein Epithelgewebe, das Ektoderm, erscheint als Haut und Körperdecke. Die Zellen scheiden aus: 1. eine Kutikula, d. h. die äusseren Zellwände der Zellen an der Körperoberfläche werden verdickt; ähnlich entstehen die Nesselkapseln der Polypen; 2. knorpelartige Stoffe (Knorpelring und Gallertscheibe der Medusenglocke).

Stachelhäuter: Die Haut besteht von jetzt an aus Oberhaut (aus dem Ektoderm entstanden) und Unterhaut (aus dem Mesoderm gebildet). Die Oberhaut ist zellig, zart, die Unterhaut faserig, enthält Kalkablagerungen, teils in Form von Platten, die fest (Seeigel) oder gelenkartig (Seesterne) verbunden sind, teils in Form von Höckern und Stacheln, die schützend über die Oberhaut hervorragen.

Würmer: Körperdecke ein deutlicher Hautmuskelschlauch. Die Oberhaut bildet aus: 1. allgemein eine Kutikula mit Chitinborsten, Stacheln, Höckern zur Bewegung und zum Schutz; 2. Kiefer (Ringelwürmer) zum Erfassen und Zerkleinern der Nahrung.

Gliedertiere: Körperdecke ein Hautmuskelschlauch. Er ist in Ringe gegliedert, die durch nicht sichtbare, nach innen gekehrte und geschützte Häute verbunden sind. Dadurch wird der Körper beweglicher. Der Hautmuskelschlauch der Gliedertiere ist das deutlichste Hautskelett aus Chitin. Der Hautmuskelschlauch und seine Bildungen dienen als Schutz zur Fortbewegung und Vertheidigung, zur Erlangung und Verkleinerung der Nahrung. Da die Kutikula nicht mitwächst, ist Häutung nötig.

Weichtiere: Körperdecke eine Art Hautmuskelschlauch. Die Oberhaut bildet eine Kutikula; auch die Kiefer, Reibplatten, Gehäuse, Schalen und der als Stütze dienende Schulp sind Zellausscheidungen, Kutikularbildungen. Die das Gehirn schützenden Kopfknochen der Tintenfische (Gebilde des Bindegewebes) sind eine Art inneres Skelett, wie es die Wirbeltiere haben. Die Schalen zeigen in der Regel drei Schichten: 1. die Kutikularmembran; 2. die Prismenschicht (prismenförmige Krystalle aus kohlensaurem Kalk); 3. die Perlmutter-schicht (aus Arragonit). Die beiden äusseren Schichten werden vom Mantelrand gebildet, die inneren dagegen von der übrigen Fläche des Mantels erzeugt, so dass ein Dickenwachstum möglich ist.

Wirbeltiere.

Körperdecke ist die Haut mit ihren verschiedenen Bildungen. Kutikularbildungen sind der Schmelz der Zähne und der Schmelz mancher Fischeschuppen (Schmelzschupper!).

Fische: Muskeln und Drüsen fehlen der Fischhaut vollständig. Lanzettfischchen und Rundmäuler haben zwischen den Epithelzellen Sinneszellen mit starren Borsten. Pigmentzellen, die mit Nervenfasern in Verbindung stehen, bringen den Farbenwechsel zustande, durch den die Körperfarbe an die Umgebung angepasst wird. Die Haut der Haifische, Schmelzschupper und Doppelatmer trägt Zähnchen, die auf Blättchen stehen; durch Zusammenwachsen derselben entstehen die Schilder der Panzerfische.

Amphibien: Charakteristisch ist die Bildung von Schuppen, Schildern, Stacheln und Krallen, die wie das Haar und die Feder als Wucherungen der Oberhaut entstehen. Die Wucherung erhebt sich warzenartig zur sogenannten Papille; diese legt sich später nach hinten als Schuppe oder senkt sich in die Tiefe, wächst zum cylindrischen Haar oder zur verteilten Feder aus und wird von der Schleimhaut und von der Lederhaut taschenartig umwachsen. Häutung der Reptilien, Mauserung der Vögel, Haarwechsel der Säugetiere und Abschuppen der Hornhaut beim Menschen sind gleichartige Vorgänge.

Vögel: Die Oberhautgebilde: Federn, Krallen, Schnabelscheiden sind kräftig entwickelt; nur eine Drüse, die Bürzeldrüse.

Säugetiere und Mensch: Man kann unterscheiden: I. die Oberhaut (Epidermis) mit Hornhautschichte, Farbstoffschichte und Schleimhaut; II. die Unterhaut (Kutis) mit Lederhaut (daraus wird Leder gegerbt) und Fetthaut.

Die untere Schichte der Oberhaut, die Schleimhaut, erzeugt durch lebhafte Teilung ihrer Zellen die äusseren Schichten. Die äusseren Zellschichten dienen als Schutz; die Zellen platten sich daher immer mehr ab, verhornen und werden schliesslich abgestossen. Die Lederhaut erzeugt in den unteren Schichten Fettzellen, die Fetthaut, ein Wärmeschutzmittel, besonders bei den spärlich behaarten Schweinen und Walen. In der Lederhaut entwickeln sich: 1. Talgdrüsen, die auf der Oberhaut oder in dem Haarbalg münden, und durch ihr Sekret die Haare und die Haut

geschmeidig erhalten; 2. Milchdrüsen, als umgewandelte Talgdrüsen; 3. Schweissdrüsen, knäueelförmige Schläuche; sie münden durch einen spiraligen Gang an der Hautoberfläche; 4. Muskelfasern zur Bewegung der Haare, Borsten und Stacheln; 5. in den zapfenartigen Erhebungen der Lederhaut viele Blutgefässe zur Ernährung der Schleimhaut; 6. Nervenendigungen als Organe des Tastsinns. Haare, Nägel, Krallen, Hornschuhe, Hörner, Schwielen (Kamel), Borsten, Stacheln, Schuppen und Schienen (Schuppen- und Gürteltiere) sind aus Hornzellen zusammengesetzte Gebilde der Oberhaut. Beim Menschen ist das Haarkleid, den Kopf ausgenommen, mehr oder weniger stark zurückgebildet.

Teile des Haares sind: 1. Die Haarwurzel, steckt in einer tiefen Einsenkung der Oberhaut, dem Haarbalg; der untere Teil verdickt sich zur Haarzwiebel; diese ist dicht über den warzenartigen Haarkeim (Haarpapille) gestülpt, der mit seinen vielen Blutgefässen das Haar ernährt. Schwindet der Haarkeim, so fällt das Haar aus. 2. Der Haarschaft, ragt über die Haut. Die Oberhaut desselben besteht aus Hornschüppchen, die Rinde aus Hornfasern und Farbstoff. 3. Das Mark, aus saftigen, farbigen Zellen.

Die Nägel, Krallen etc. sind durch ein teilungsfähiges Gewebe mit der Lederhaut verbunden, vorn verhornen die Zellen und werden abgenützt, hinten werden immer neue erzeugt und vorgeschoben. Das Horn wird von der gefässreichen Haut gebildet, die den Stirnzapfen, einen Fortsatz des Stirnbeins, anfangs ganz, später bloss am Grunde überkleidet; die Haare verkleben und setzen das Horn zusammen. Es wächst von unten nach, und die Spitze wird in die Höhe geschoben. Das Geweih entsteht über dem kurzen Stirnbeinfortsatz, dem Rosenstock, dadurch, dass die Haut an dessen Oberseite verknöchert und immer wieder eine neue Haut den verknöcherten Teil überzieht. Der behaarte Hautüberzug (Bast) enthält viel Blutgefässe, trocknet später aus und wird abgescheuert. Das Geweih wird jährlich abgeworfen.

Durch die Körperdecke kommt das Tier unmittelbar mit anderen Tieren, mit Pflanzen, der Luft, dem Wasser, dem Boden in Berührung; sie wird unmittelbar deren Einflüssen ausgesetzt; daher hat sie folgende Aufgaben: 1. Sie dient als Schutzmittel gegen Witterung und Feinde (Kleid, Schutzfarbe, Panzer).

2. Sie ist ein Atmungs- und Ausscheidungsorgan bei allen Tieren und dem Menschen. Wenn ein Drittel der Hautfläche durch Brandwunden zerstört ist, tritt gewöhnlich der Tod ein. 3. Sie dient zur Aufnahme der Nahrung (Bandwurm). 4. Sie bringt Sekrete an die Oberfläche (Schweiss, Talg, Milch, Gifte). 5. Sie trägt Angriffs- und Schutz Waffen (Borsten, Mantel, Nesselapparate, Hörner, Schuppen etc.). 6. Sie ist Sitz der Sinnesorgane, die über Feinde, Nahrung orientieren. 7. Sie selbst und ihre Bildungen dienen der Bewegung (Wimpern, Borsten, Muskelschlauch, Federn, Flughaut).

Menschenrassen.

Mit Rücksicht auf Haare, Haut u. s. w. unterscheidet man die Menschen in 3 grosse Hauptgruppen: 1. Wollhaarige oder Neger, mit meist schwärzlicher Hautfarbe und stark gekräuselten Haaren, deren Querschnitt oval ist: Banduneger, Sudanneger, Hottentotten, Kaffern, Papuas; 2. Schlichthaarige oder Mongolen mit bräunlicher Hautfarbe und schlichten Haaren, deren Querschnitt kreisrund ist: Eskimos, Malayen, Mongolen und Indianer; 3. Lockenhaarige oder Kaukasier, mit heller Hautfarbe und lockigen Haaren, deren Querschnitt kreisrund ist: Hamosemiten, Indogermanen, Nubier, Dravidas (Indien).

Veränderungen und Erkrankungen der Haut.

1. Durch Druck, der anhält und sich oft wiederholt, entstehen Schwielen an den Händen und durch enges Schuhwerk kleine hornartige Verdickungen an den Füßen, die Hühneraugen, die durch den Druck auf die Knochenhaut heftig schmerzen und Entzündungen hervorrufen. 2. Durch Wucherung der Leder- und Oberhaut entstehen an einzelnen Stellen Warzen. 3. Stellenweise Färbungen sind Leberflecken, Sommersprossen; Blutmäler entstehen, wenn sich sehr viele feine Blutgefässe entwickeln. 4. Durch kochendes Wasser, Quetschungen u. s. w. wird die Schleimhaut gereizt, Flüssigkeiten auszuscheiden, die die Oberhaut blasenartig in die Höhe treibt (Brand-, Wasser-, Blutblasen). 5. Werden die Talgdrüsen durch Talg verstopft, so entstehen die „Mitesser“, in denen sich die Haarsackmilbe entwickeln kann. 6. Die Krätzmilbe gräbt Gänge in der Haut, vermehrt sich rasch und kann auf andere Menschen leicht übertragen werden (Krätzkrankheit).

7. Wenn die Haare mit der Papille ausfallen, wächst das Haar nicht mehr nach. Tritt Luft in das Haar und verschwindet der Farbstoff, so wird es grau. 8. Ansteckende Hautkrankheiten mit Fieber und Ausschlag sind: Röteln, Masern, Scharlach (mit erkrankter Rachenhaut).

Pflege der Haut.

Leite auf Grund der gewonnenen Kenntnisse folgende Sätze ab: 1. Zu warme Kleider, Betten, Zimmer sind nachteilig, ebenso Zugluft, langes Baden, Sitzen auf nassem Boden und nassen Steinbänken. 2. Vermeide Verletzungen der Haut (Brandwunden etc.), enges Schuhwerk, starkes Binden und unvorsichtiges, reissendes Kämmen der Haare. 3. Die ganze Oberfläche des Körpers ist durch Waschen und Baden rein zu halten. 4. Leibwäsche und Kleider müssen fleissig gewechselt werden. 5. Die Haut ist gegen Wind und Wetter abzuhärten. 6. Haare und Haarboden müssen rein gehalten werden. Es ist vorteilhaft, den Haarboden zu bürsten, die Haare zu schneiden und die trockenen Haare durch reines Öl zu fetten. 7. Die Nägel müssen rein gehalten und öfters geschnitten werden. — Eine Person, deren Kleider brennen, muss auf den Boden gelegt und das Feuer mit Decken irgend welcher Art oder mit Kleidungsstücken, die man sich nötigenfalls selbst auszieht, erstickt werden; beim Umherlaufen brennt die Flamme lebhafter und schlägt nach oben nach den Haaren und in das Gesicht.

2. Inneres Skelett.

Die Wirbeltiere besitzen ein inneres Skelett; die wirbellosen Tiere haben ein äusseres oder Hautskelett (siehe Körperdecke und Hautskelett).

Das äussere Keimblatt bildet an der Rückenseite nach innen eine Falte, die sich oben schliesst und sich als eine Röhre, das Nervenrohr, abschnürt. Das mittlere Keimblatt spaltet sich in zwei Blätter, das äussere legt sich dem Ektoderm, das innere dem Entoderm an; der Hohlraum zwischen beiden heisst Körperhöhle. Das innere Blatt des gespaltenen Mesoderms verwächst mit dem Entoderm; beide bilden das Darmrohr. Unter dem Nervenrohr wuchert das innere Keimblatt und bildet einen zwischen Nerven- und Darmrohr verlaufenden, elastischen Strang, die Rücken- oder Wirbelsaite. Um die Wirbelsaite legt sich, aus dem mittleren

Erklärung zu Tafel III.

1. *I.* Wirbelsäule. *b* Wirbelsaite (Chorda), um dieselbe die skelettbildende Schichte. *r* Rückenmark. *a* Aorta. *o* Obere Bogen. *u* Untere Bogen. *II.* *c* Chorda, grosszelliges Bindegewebe, beim Lanzettfisch. *III.* Knorpelskelett mit Knorpelbildung *kn*.

IV. Wirbelsäule, bei Knochenfischen eingeschnürt durch direkte Knochenbildung; daher Wirbel bikonkav. *V.* Fischschwanz: homocerk. *VI.* heterocerk, unsymmetrisch *VII.* heterocerk, symmetrisch.

2. *I.—III.* Ausbildung von Gelenken an der Wirbelsäule der Amphibien. *kp* Knorpel. *k* Knochen. *q* Querfortsatz. *gk* Gelenkkopf. *p* Gelenkpfanne.

IV. Trag- und Drehwirbel vom Menschen (*t* und *d*). *z* Zapfen für die Drehbewegung. *p* Pfannen für die Nickbewegung.

V. Wirbel samt Rippen (Säugetier). *k* Wirbelkörper. *q* Querfortsätze. *d* Dornfortsatz. *kn*, *kp* Knochen- und Knorpelteil des Rippenbogens. *b* Brustbein.

VI. Knochengerüst eines Vogels. *h*, *r*, *s*, Hals-, Rücken-, Schwanzregion der Wirbelsäule. *VII.* Knochengerüst von einem Vierfüssler, *h*, *br*, *l*, *be*, *s* = Hals-, Brust-, Lenden- und Schwanzwirbel. Winkelstellung der Glieder der Gliedmassen; bei Vorder- und Hintergliedmassen entgegengesetzt in der Richtung.

3. Entwicklung des Kopfskeletts. *t* Schädelbalken. *q* (Buchstabe fehlt) Quadratbein, das nach vorn zum Gaumenbein auswächst, als Oberkiefer. *m* Unterkiefer, erster Bogen. *h* Zungenbein, zweiter Bogen. *b* 6 echte Kiemenbogen, die bei den Fischen Kiemen tragen. *l* Spritzloch, die erste Kiemenspalte. *s* Die anderen Kiemenspalten. *c* Chorda. *g, a, o* Geruchs-, Augen- und Gehörskapsel. *r* Verbindungsstücke.

4. Trägerapparat (Quadratbein) in seiner Umbildung. *I.* Knorpelfische. *II.* Knochenfische. *III.* Amphibien, Reptilien, Vögel. *IV.* Säugetiere. Oberkiefer-Gaumenapparat oder Gaumen-Quadratbein *pq*. *hm* Zungenkieferbein. *hy* Zungenbeinbogen. *q* Quadratbein (bei den Säugern = Hammer und Ambos). *s* Geflechtbein (nur bei Fischen). *zk* Zungenbeinkörper, aus dem Verbindungsstück der beiden Zungenbeinbogen entstanden. *g, k* Kleines und grosses Paar Zungenbeinhörner, Überreste von Kiemenbogen. *f* Stielförmiger Fortsatz.

5. Kopfskelett eines Knorpelfisches (Haifisch), Schädel, eine Knorpelkapsel aus einem Gusse. *s* lange Schnauze, ein Wasserbecher. *n* Nasenhöhle. *o* Ohrgegend. *a* Augenhöhle. *p qu* Gaumenquadratbein als Oberkiefer (siehe 3!) *nk* Unterkiefer. *z* Zungenbein. *ks* Kieferstiel, der die Kieferzange mit dem Schädel verbindet.

6. Kopfskelett eines Amphibiums (Frosch). Die Deckknochen der Unterseite auf der einen Hälfte entfernt. *ol* Hinterhauptknochen (die beiden Seitenstücke). *co* Die beiden Hinterhauptsgelenkhöcker. *ps* Keilbeinanlage. *as* Das eine Seitenstück des hinteren Keilbeins. *e* Siebbein. *pro* Schuppenbein. *fp* Stirnschläfenbein. *qu* Quadratbein. *pt* Flügelbein. *qjg* Quadratjochbein. *m* Oberkiefer. *pal* Gaumenbein. *vo* Pflugscharbein. *pmx* Zwischenkiefer. *pro* Felsenbein. *V.* Hörnerv. *II.* Sehnerv. *nn'* Knorpeliges Nasengerüst. Kopfskelett, fast ganz knorpelig, schliesst sich den Knorpelfischen an.

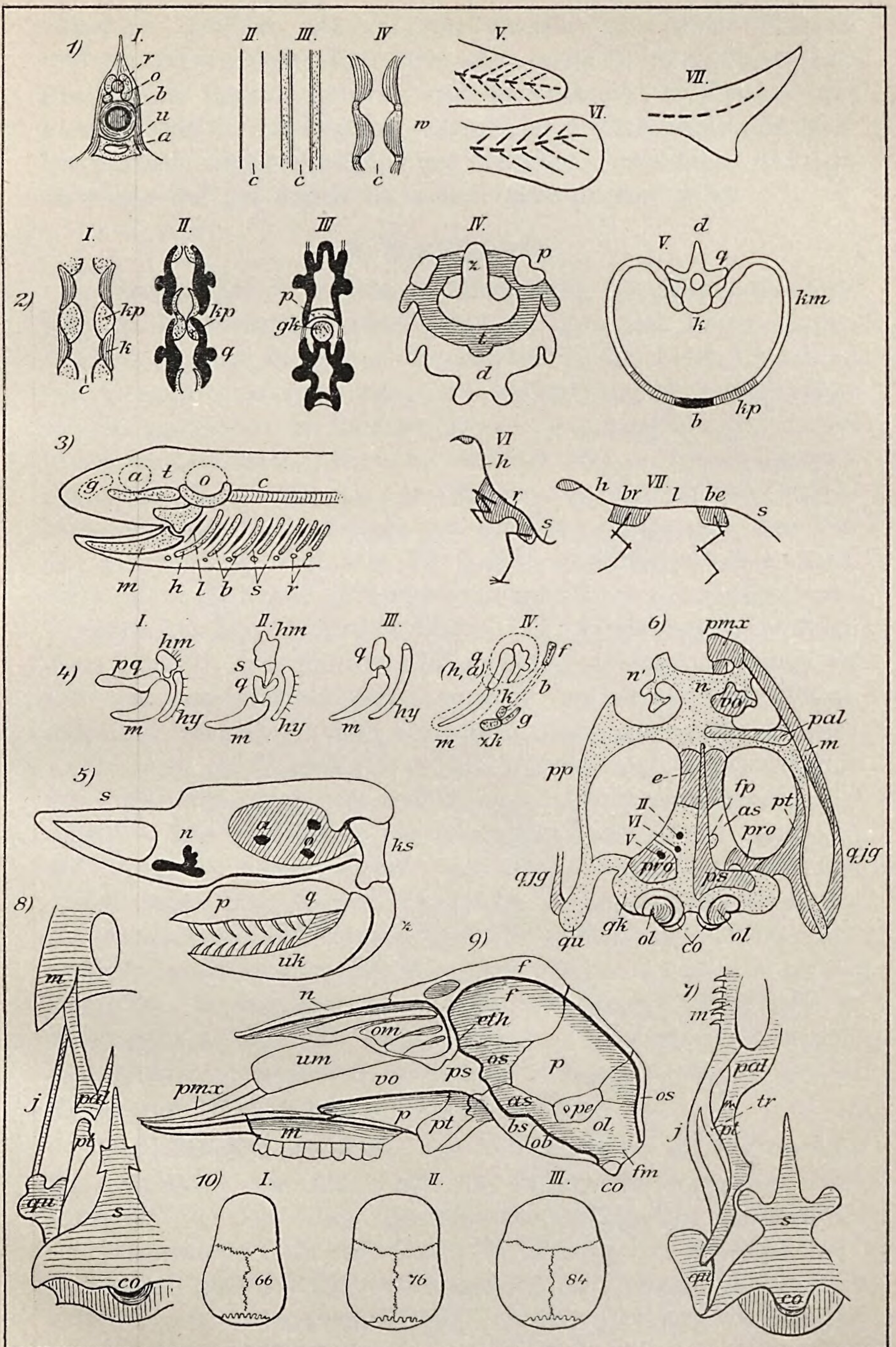
7. und 8. Kopfskelett eines Reptils (Warneidechse) und eines Vogels (Ente). *co* Der einzige Hinterhauptsgelenkhöcker. *co-s* Die Grundstücke des Hinterhauptbeins, das hintere und vordere Keilbein. *qu* Quadratbein. *pt* Flügelbein. *pal* Gaumenbein. *tr* Querbein (nur bei den Reptilien). *j* Jochbein. *m* Oberkiefer.

9. Kopfskelett eines Säugetieres (Schaf). *I.* Segment: *ob* Grundstück des Hinterhauptbeins. *ol* Das rechte Seitenstück mit dem Hinterhauptshöcker *co* und dem Hinterhauptsloch *fm*. *os* Das unpaare obere Schlusstück, die Hinterhauptsschuppe. *II.* Segment: *bs* Grundstück des hinteren Keilbeins, *as* das rechte Seitenstück, *p* das rechts liegende Deckstück des Scheitelbeins. *pe* Felsenbein, welches das Ohr umschliesst, nebst dem Schläfenbein, das sich zwischen die Knochen der beiden Segmente einschiebt. *III.* Segment: *ps* Grundstück des vorderen Keilbeins. *os* Das rechte Seitenstück, an der Augenhöhle gelegen. *f* Das rechte obere Schlusstück, das Stirnbein. *IV.* Segment: *eth* nur ein Grundstück, das Siebbein. *pt* rechtes Flügelbein. *p* Rechtes Gaumenbein. *m* Oberkieferhälfte. *pmx* Der rechte Zwischenkiefer. *vo* Pflugscharbein, der untere Teil der Nasenhöhlescheidewand. *um, om* untere und obere Nasenmuschel. *n* Das rechte Nasenbein.

Abweichungen beim Menschen: 1. Die Hinterhauptschuppe, die Scheitel-, Stirn- und Schläfenbeine (die Schädeldecke) stärker ausgedehnt; daher ist die Schädelkapsel grösser als der Gesichtsteil und liegt mehr über als hinter diesem. 2. Das Hinterhauptloch liegt nicht an der Hinter-, sondern an der Unterseite. 3. Es sind verwachsen: die Stücke des Hinterhauptsegments; die der beiden Keilbeine; diese mit dem Grundstück des Hinterhauptsegments; die beiden Stirnbeine; die Flügelbeine mit den vorderen Keilbeinseitenstücken und den Gaumenbeinen; die beiden Zwischenkiefer und diese mit den Oberkiefern.

10. *I.* Langkopf. *II.* Mittelkopf. *III.* Kurz- oder Rundkopf.

Tafel III.



Keimblatt gebildet, eine häutige Scheide, die skelettbildende Schicht; diese wächst nach oben und unten in zwei Bogen aus. Die oberen Bogen umfassen das Rückenmark in Form eines Rohres. Das ist die häutige, ungegliederte Wirbelsäule, die beim Lanzettfisch zeitlebens bleibt und bei allen Wirbeltieren und dem Menschen auf der ersten Entwicklungsstufe sich zeigt.

a. Rumpfskelett.

Fische: Schon bei den Rundmäulern, Doppelatmern bilden sich in der skelettbildenden Schichte oben und unten hintereinander liegende Paare von Knorpelplatten, die oberen können zu den oberen Bogen auswachsen und das Rückenmark umschliessen, die unteren bilden die unteren Bogen, die mit seitlich gerichteten Knorpelzapfen enden. Die Knorpelzapfen können sich als Rippen abgliedern und die Eingeweide umschliessen. Bei höheren Fischen bildet sich der Knorpel rings um die Wirbelsäule aus; der Teil des Knorpelrings, von dem die beiden Bogenpaare entspringen, heisst Wirbelkörper. Die oberen Bogen können gemeinsam einen Fortsatz, den Dornfortsatz, bilden. Die Wirbelsäule wird durch diese Knorpel- oder Knochenbildung derart eingeschnürt, dass sie auf dem Längsschnitt perlschnurartig erscheint. Der Wirbelkörper ist vorn und hinten ausgehöhlt (bikonkav), weil in diesen Hohlräumen die Wirbelsäule erhalten bleibt. An der Wirbelsäule der Fische kann man nur eine Rumpf- und Schwanzregion unterscheiden. Die Wirbelsäule des Schwanzes kann gerade verlaufen; die Flosse ist dann homocerk und erscheint immer symmetrisch (Rundmäuler, Doppelatmer, Fische im Devon, Jugendstadien der Knochenfische). Der untere Teil der Schwanzwirbelsäule und seine Anhänge können sich aber auch stärker entwickeln als der obere Teil, so dass sich dieser nach oben biegt. Die Flosse ist dann heterocerk und kann äusserlich unsymmetrisch (fossile Fische) oder symmetrisch erscheinen (Salmen, Hecht). — In der Regel sind alle Wirbel mit Rippen versehen.

Amphibien: Zwischen den Wirbelkörpern entwickeln sich Knorpelplatten, die allmählich die Wirbelsäule auch hier verdrängen. Bei den höher stehenden Schwanzlurchen wird vorn am Wirbelkörper ein mit Knorpeln überzogener Gelenkkopf und hinten eine mit Knorpeln ausgekleidete Pfanne gebildet: es entsteht eine Gelenkverbindung; bei den schwanzlosen Lurchen

hingegen ist der Gelenkkopf hinten und die Pfanne vornen. Der hintere Teil der Schwanzwirbelsäule wird zurückgebildet, die Wirbel der vorderen verschmelzen zu einem langen, dolchartigen Steissbein. Es ist nur ein Kreuzwirbel vorhanden. Zum ersten Male treten Gelenkfortsätze auf, die dachziegelförmig übereinander greifen; die Wirbelsäule stellt eine gegliederte, leicht bewegliche Kette dar. Man kann eine Hals-, Brust-, Lenden- und Schwanzregion der Wirbelsäule unterscheiden. Der erste Halswirbel stellt als einfacher Ring den Tragwirbel des Kopfes, den Atlas, dar, durch den die Nickbewegung des Kopfes zustande kommt. Von den Amphibien an wird der Kopf immer mehr beweglich. Nur an den Rumpfwirbeln finden sich Rippen; sie sind bei den Schwanzlosen mit den Querfortsätzen verschmolzen oder äusserst kurz.

Reptilien: Die Wirbelkörper sind meist vornen ausgehöhlt. Es sind 2 Kreuzwirbel vorhanden. Der zweite Halswirbel, der Drehwirbel (Epistropheus), ermöglicht auch eine Drehbewegung des Kopfes. Bei den Schlangen und andern fusslosen Reptilien können nur Rumpf- und Schwanzwirbel unterschieden werden. Bei den Schildkröten sind Teile der Wirbelsäule mit den Platten des Hautskeletts verwachsen. Der Rumpf bleibt daher höchst ungelenkig. Bei den Reptilien, Vögeln, Säugern und den Menschen wachsen eine Anzahl Rippen an dem sogen. Brustbein zusammen. Sie heissen wahre, die andern falsche Rippen. Bei den Schlangen tragen alle Wirbel Rippen; das Brustbein fehlt; die freien Rippen sind bei der Bewegung behilflich, wenn ihre Enden gegen die Unterlage gestemmt werden.

Vögel: In der ersten Entwicklungsstufe zeigen die Vögel auch nur zwei Kreuzwirbel. In der weiteren Entwicklung werden Lenden-, Brust- und Schwanzwirbel mit dem Kreuzwirbel zu einem einzigen Kreuzbein verschmolzen. Die Halswirbel sind durch Sattelgelenke verbunden. Der Hals ist daher oft sehr beweglich. Bei den Vögeln der Juraformation ist die Schwanzwirbelsäule noch lang; bei den jetzt lebenden Vögeln ist sie zurückgebildet. Das Brustbein der Vögel — bei den Laufvögeln ist dies nicht nötig — entwickelt einen grossen Kamm zur Befestigung der mächtigen Flugmuskeln. Bei den Vögeln werden Vorder- und Hintergliedmassen abwechselnd, nicht zu gleicher Zeit gebraucht. Daher können die Wirbel zu einer starren Rumpfregion ver-

schmelzen, so dass der Vögelkörper mit einem zweirädrigen Karren verglichen werden kann (Säuger!).

Säugetiere und Mensch: Zwischen den Wirbeln befinden sich elastische Knorpelscheiben zur Verminderung des Stosses; nie sind aber Gelenkverbindungen vorhanden. Die Halswirbel sind meist leicht beweglich, bei den Walen sind sie verwachsen, da grosse Beweglichkeit des Kopfes im dichteren Wasser nur hinderlich wäre. Die vordere und hintere Rumpfregeion kann gegeneinander verschoben werden, so dass der Körper des Säugtiers mit einem Wagen verglichen werden kann. Hinter- und Vorderwagen sind gegeneinander verstellbar. Ursprünglich sind auch hier nur zwei Kreuzwirbel vorhanden; sie verwachsen später mit den Schwanzwirbeln. Die längste Schwanzwirbelsäule haben die Affen (bis 30 Wirbel). Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuz- und Schwanzregion haben bei den Säugern ganz verschiedene Aufgaben übernommen; daher sind ihre Wirbel verschieden gestaltet und schärfer unterschieden als bei den andern Wirbeltieren. Der Mensch hat 35—40 Wirbel (Frosch 9, Schlangen 300) und 11—12 Rippen. Die Dornfortsätze der Brustwirbel der Huftiere und auch der Katzen sind sehr lang, weil die kräftigen Muskeln, die den Kopf tragen und bewegen, daran befestigt sind. Die Zahl der Rippen nimmt in der Wirbeltierreihe um so mehr ab, je höher man in derselben aufwärts steigt; beim Menschen werden noch Lenden- und Kreuzrippen angelegt, aber später zurückgebildet; auch die elfte und zwölfte Rippe werden vielfach nur unvollkommen entwickelt.

b. Schädel- und Gesichtsskelett.

Wie das Rohr der Wirbelsäule das Rückenmark umschliesst und schützt, so die Kapsel des Schädels, die Fortsetzung und Erweiterung des Rückenmarks, das Gehirn. Die Wirbelsäule besteht aus Wirbeln, und der Schädel ist der Hauptsache nach als eine Reihe hintereinander liegender, stark veränderter Wirbelkörper aufzufassen. Die Verbindung der Teile geschieht durch Nähte; die Hervorragungen des einen Knochens greifen in die Vertiefungen des andern ein. An der Schädelbasis kann man von hinten nach vorn unterscheiden: das Hinterhauptbein, das Keilbein, das Siebbein; an der Schädelswölbung: die Schuppe des Hinterhauptbeins, das Scheitelbein, die Stirnbeine (aufsuchen!).

Weil diese Knochenstücke Zwischenräume lassen, haben sich dort liegende Gewebe verknöchert. So entstanden: die Felsenbeine (zum Schutze des Gehörorgans), die Nasenbeine, die Thränenbeine und die Nasenmuscheln. Bei den Fischen ist der Schädel mit den ersten Wirbeln fest verwachsen, bei den Reptilien durch einen und bei den Amphibien und Säugern durch zwei Gelenkköpfe für die Nickbewegung scharnierartig mit dem ersten Wirbel (Atlas) verbunden. Für die Drehbewegung besitzt bei den Säugern und dem Menschen der zweite Halswirbel (Epistropheus) einen senkrechten Zapfen, um den sich der erste Wirbel (mit dem Kopf) wie eine Scheibe um eine feste Achse dreht.

Bei allen Wirbeltieren treten schon auf einer frühen Entwicklungsstufe zu beiden Seiten des Körpers zapfenartige Wucherungen auf, welche an der Bauchseite zu Spangen sich vereinigen. Die Fische zeigen 8 solcher Bogen ausgebildet. Sie tragen später zum Teil die Kiemen und heissen daher allgemein Kiemenbogen. Die Zwischenräume zwischen den Kiemenbogen nennt man Kiemenspalten. In den anfangs fleischigen Kiemenbogen bilden sich knorpelige und knöcherne Skelettstücke aus, die zunächst zur Stütze der Bogen dienen. Bei den Luft atmenden Tieren sind nur noch Überreste von 6 hintern Kiemenbogen vorhanden. Sie zerlegen sich in eine Reihe von Skeletteilen, welche die verschiedensten Aufgaben übernehmen und daher die verschiedenartigste Ausbildungsweise und Form erhalten. Im einfachsten Falle (Haifische) sind die Skeletteile des ersten Bogens in 2 Reihen angeordnet, die zusammen den Schlund umfassen. Die obere Reihe wird gebildet von dem Oberkiefer-Gaumenapparat, die untere von dem Unterkiefer. Die obere Reihe gliedert sich in eine innere Reihe: Quadratbein, Flügelbein, Gaumenbein und in eine äussere: Jochbein, Oberkiefer, Zwischenkiefer. Beide Reihen sind durch das Schuppenbein (Schuppe des Schläfenbeins) mit der Schädelkapsel verbunden. Bei den Säugetieren wird das Quadratbein zum Amboss im Gehörorgan umgebildet. Die untere Reihe des ersten Kiemenbogens, der Unterkiefer, ist stets beweglich mit dem Schädel verbunden: bei den Fischen durch den Kieferzungenbeinträger, bei Amphibien, Reptilien und Vögeln durch das Quadratbein und bei den Säugetieren direkt. Der zweite Kiemenbogen steht durch seinen oberen Teil mit der Schädelkapsel in Verbindung; der am stärksten entwickelte Teil selbst ist das

erste Knochenstück, das die Kiemenbogen in der Mittellinie des Körpers verbindet; bei den höheren Tieren wird es als Körper des Zungenbeins bezeichnet. Beim Menschen gehören noch die Steigbügel und die Vorderhörner des Zungenbeins zu diesem Bogen.

Lang-, Mittel- und Kurzschädel.

Je nachdem beim Schädel des Menschen auf 100 cm Länge 66, 76 oder 84 cm Breite kommen, unterscheidet man Lang-, Mittel- und Kurzköpfe. Die Kaukasier sind Lang-, Mittel- und Kurzköpfe, die Mongolen Kurzköpfe, die Neger Langköpfe, die Malayen Mittelköpfe, die Indianer Mittel- und Kurzköpfe. Die Langköpfe (die alten Griechen und Germanen etc.; Baden hat nur noch 15 % Langköpfe) zeichnen sich aus durch grosse Auffassungs- und Anpassungskraft, haben mehr Sinn für das Ideale, weniger für das Gewerbe. Die Kurzköpfe (Ungarn, Hunnen, Türken etc.) haben seltener Talente, sind arbeitsam, mässig, weniger fortschrittlich gesinnt.

c. Gliedmassenskelett.

Fische: Dem Lanzettfischchen und den Rundmäulern fehlen paarige Gliedmassen und daher auch die Knochen — Schulter- und Beckengürtel — wodurch die Gliedmassen mit dem Rumpf verbunden sind. Bei den andern Fischen ist ein Knorpel- oder Knochenbogen vorhanden; der obere Teil desselben, dem Schulterblatt entsprechend, verbindet sich mit dem Schädel, und dem untern Teil, der dem Rabenfortsatz und dem Schlüsselbein entspricht, reihen sich die Flossenknochen an. Die älteste Beckenform haben die Doppelatmer, eine unpaarige Knorpelplatte, die an der Bauchseite liegt und mit Fortsätzen versehen ist.

Amphibien: Am Rücken befindet sich auf beiden Seiten eine Platte, das Schulterblatt, das sich herabkrümmt und, nach innen umbiegend, einen vorderen und einen hinteren Fortsatz, das Schlüsselbein und das Rabenschnabelbein oder Rabenbein aussendet (Schultergürtel). Der Schultergürtel ist mit dem Brustbein, aber nicht mehr mit dem Schädel verbunden. An die Kreuzwirbel schliesst sich eine obere Spange, das Darm- oder Hüftbein, an, mit dem eine vordere, das Schambein, und eine hintere, das Sitzbein, in Verbindung stehen. Scham- und Sitzbein bilden

zusammen eine Platte. Bei den schwanzlosen Lurchen ist das Darmbein, der hüpfenden Bewegungsweise entsprechend, sehr lang, stabartig. Die Vordergliedmassen (Arme) besitzen: 1 Oberarmknochen, 2 Unterarmknochen: Speiche und Elle, Handwurzelknochen, Mittelhandknochen und Fingerknochen; die Hintergliedmassen (Beine): 1 Oberschenkelknochen, 2 Unterschenkelknochen: Schienbein und Wadenbein, Fusswurzelknochen, Mittelfussknochen, Zehenknochen. Die Hand- und Fusswurzelknochen der Tiere sind in der Regel in zwei Reihen angeordnet, von denen jede bis sechs Knochen besitzen kann. Die Zahl der Mittelhand- und Mittelfussknochen entspricht der Zahl der Finger und Zehen; die Amphibien zeigen Spuren einer sechsten Zehe. Bei den schwanzlosen Lurchen sind Speiche und Elle, Schienbein und Wadenbein verschmolzen; ausserdem sind die Schenkelknochen, die Mittelhand- und Mittelfussknochen und die Finger- und Zehenknochen sehr lang.

Reptilien: Die Sitz- und Schambeine neigen sich gegeneinander und bilden miteinander eine grosse Öffnung. Bei den Krokodilen erreicht das Darmbein zum ersten Male eine grosse Fläche. Die Fusswurzel wird vereinfacht (Vögel). Zum ersten Mal tritt ein Fersenhöcker auf.

Vögel: Das Schulterblatt ist lang, schnabelartig; die beiden Schlüsselbeine sind zum Gabelbein verwachsen. Das Schambein geht parallel mit dem Sitzbein nach hinten; die Handwurzelknochen sind zum Teil mit dem Mittelhandknochen verschmolzen. Es sind nur zwei Handwurzelknochen, drei Mittelhandknochen, drei Finger vorhanden. Das Schien- und Wadenbein sind verwachsen. Die Mittelfussknochen sind zu einem einzigen Knochen, dem Lauf, verwachsen. Die Fusswurzelknochen sind mit dem Schienbein und den Mittelfussknochen verschmolzen. Der fünfte Mittelfussknochen verschwindet bald. Die erste Zehe hat ein Glied, die zweite drei, die dritte vier, die vierte sogar fünf Glieder; Zehen mit vielen Gliedern können stärker gekrümmt werden; daher können sich die Vögel an ganz dünnen Zweigen festhalten.

Säugetiere und Mensch: Mit Ausnahme der Schnabeltiere, die sich an die Vögel anschliessen, ist das Rabenbein nur noch

Erklärung zu Tafel IV.

1. Brustgürtel mit Flosse. *s, s'* Dem linken und rechten Schulterblatt entsprechend, mit dem Schädel verbunden. *u* Dem Schlüssel- und Rabenschnabelbein entsprechend. *nl* Nervenloch. *1, 2, 3* Vorderes, mittleres und Grundstück, *hs* Stützen, *ns* Nebenstützen der Flosse. *h* Flossenstrahlen, hornig, zum Teil durchschnitten.

2. Schema des Brustgürtels aller Wirbeltiere (rechter Teil). *s* Schulterblatt. *cl* Schlüsselbein. *co* Rabenschnabelbein. In der linken Pfanne der Oberarmknochen.

3. Becken (nur bei Lurchfischen und Haien). *k* Knorpelplatte. *g* Gelenkfortsatz. *e* Hintergliedmassen. *il* Darmbeinfortsatz.

4. Becken eines höheren Wirbeltieres (linker Teil). *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Schambein.

5. Becken eines Amphibiums (Frosch) von innen. *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Schambein. *pa* Kamm zur Befestigung der Muskeln der hinteren Gliedmassen. *s* Kreuzwirbel mit den Querfortsätzen. *co* Steissbein.

6. Vordere Gliedmassen eines höheren Wirbeltieres. *h* Oberarmknochen. *r* Speiche. *u* Elle. Handwurzelknochen: *I.* Reihe: Speichen- und Ellenwurzelstück, dazwischen *i* das Zwischenstück. *cc* 2 Mittelstücke. *II.* Reihe: *I.—V.* Fünf Knochen. — 5 Mittelhandknochen, 5 Finger.

7. Hintere Gliedmassen eines höheren Wirbeltieres (Salamander). *f* Oberschenkelknochen. *t* Schienbein. *fi* Wadenbein. Fusswurzelknochen: *I.* Reihe: 1 Schienbein- und 1 Wadenbeinwurzelstück. *i* Zwischenstück; ein Mittelstück. *II.* Reihe: *I.—V.* 5 Knochen. — 5 Mittelfussknochen.

Vorder- und Hintergliedmassen sind homologe Bildungen; sie besitzen einen Hauptstrahl, von dem wie bei den niederen Wirbeltieren (Fig. 1) Nebenstrahlen abgehen.

8. Fusswurzel eines Amphibiums. *a* Würfelknochen, verschmolzenes Schienbeinwurzelstück und Zwischenstück. *b* Fersenbein, das Wadenbeinstück. 5+6 verkümmert. 6 Zehen; die 6. zurückgebildet.

9. Handwurzel eines Reptils. *R* Speiche. *U* Elle. *r* Speichen-, *n* Ellenwurzelstück. *c* Mittelstück mit dem Speichenwurzelstück verwachsen. 1+2, 3+4+5 verwachsen.

10. Becken eines Reptils (Mauereidechse). *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Schambein. *b* Band, das die Öffnung zwischen Sitz- und Schambein halbiert. *k* Knorpel.

11. Schultergürtel eines Vogels (Storch) von der Seite. *s* Schulterblatt. *co* Rabenschnabelbein. *c* Gabelförmig verwachsene Schlüsselbeine. *bb* Brustbein.

12. Beckengürtel eines Vogels (Storch). *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Schambein. *g* Gelenkpfanne.

13. Vordergliedmassen eines Vogels (Amsel). *h* Oberarmknochen. *R* Speiche. *r* Speichenwurzelstück. *u* Ellenwurzelstück. *mc* 3 Mittelhandknochen mit der äusseren Reihe der Handwurzelknochen verschmolzen. 1—3 Finger, Gliederzahl zurückgebildet.

14. Hintergliedmassen eines Vogels (Amsel) *A* des Embryos, *B* des entwickelten Vogels. *f* Oberschenkelknochen. *t* Schienbein. *f* Wadenbein. *r*¹ Die verschmolzenen Wurzelknochen, verwachsen mit dem Schienbein. *r*² Die verschmolzenen Wurzelknochen, verwachsen mit dem Lauf, den verschmolzenen Mittelfussknochen; so entsteht ein sog. Intertarsalgelenk.

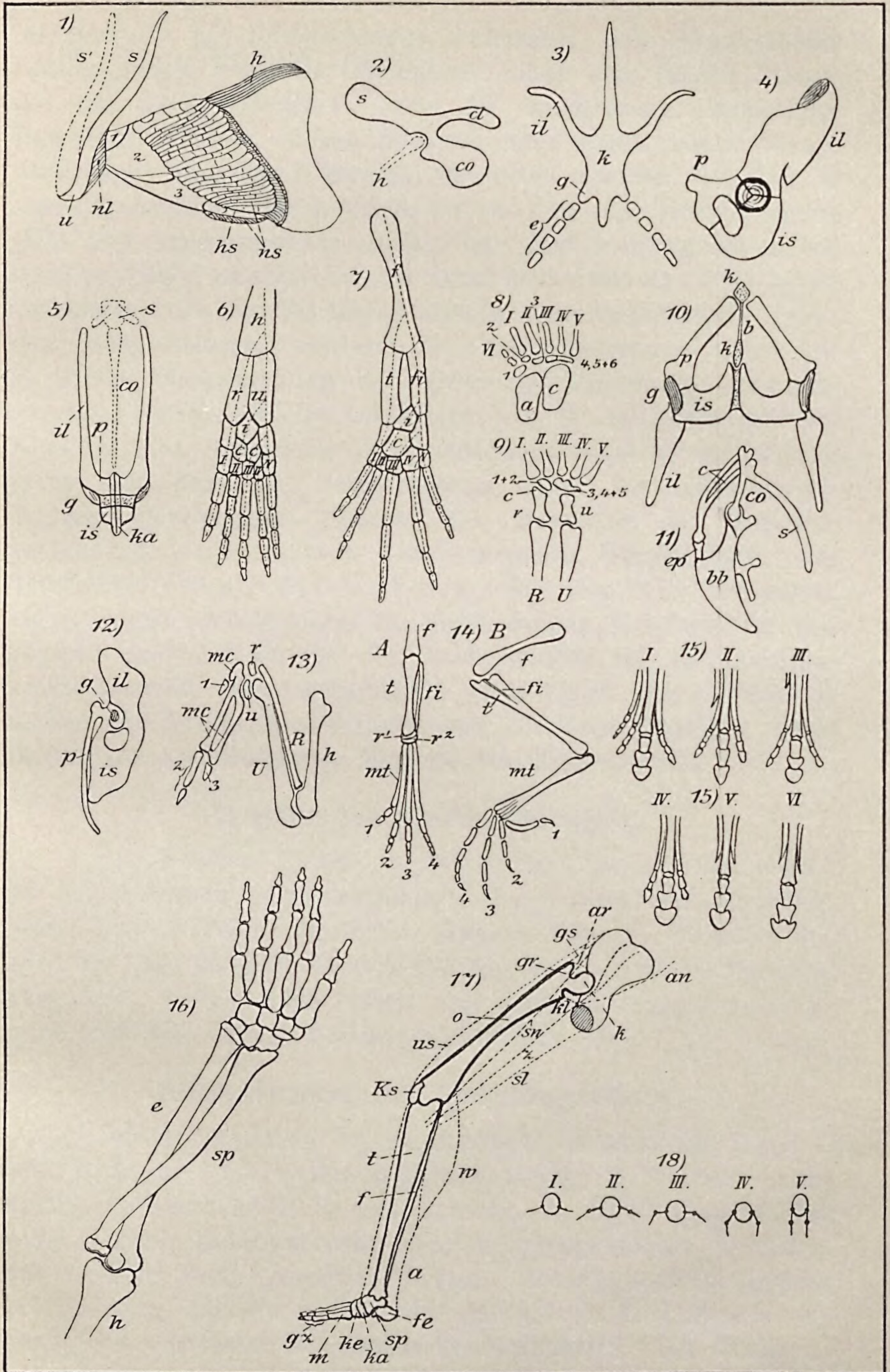
15. Rückbildungsprozess am Fuss der Huftiere, gezeigt an den Stammformen des Pferdes, die nach den geologischen Zeitabschnitten, in denen sie lebten, angeordnet sind. 1. Orohippus (im Eocän). 2. Meshippus (oberes Eocän). 3. Miohippus (Miocän). 4. Protohippus (oberes Pliocän). 5. Pliohippus (oberes Pliocän). 6. Pferd: seine Griffelbeine sind Überreste von Mittelfussknochen und tragen zuweilen ganz kleine Zehen.

16. Linker Arm des Menschen. *h* Oberarm. *e* Elle (Scharniergelenk zum Beugen). *sp* Speiche (Kugelgelenk zum Winden). Nur 8 Handwurzelknochen: das Speichen- und Mittelstück — bei 0,4% Menschen ist es nicht der Fall! — verschmelzen, ebenso das 4. und 5. Wurzelstück.

17. Fuss des Menschen. *o* Oberschenkel. *gr* Grosser, *kl* kleiner Rollhügel. *ns* Kniescheibe, entwickelt sich in der Ansatzsehne des grossen Streckmuskels des Unterschenkels. *t* Schienbein. *f* Wadenbein. 7 Fusswurzelknochen: *f* Fersenbein. *sp* Sprungbein (eine Verschmelzung vom Schienbein- und Zwischenstück). Das 4. und 5. Wurzelstück verschmelzen zum Würfelbein (auf der Aussenseite gelegen). *ka* Kahnbein. *ke* Keilbeine (3). *m* Mittelfussknochen. *gz* grosse Zehe.

18. Wechsel in der Richtung der Gliedmassen: *I.* Fische. *II.* Molche. *III.* Eidechsen (mehr zum Schieben). *IV.* Säuger. *V.* Mensch (zum Heben und Forttragen).

Tafel IV.



als Fortsatz des Schulterblattes vorhanden. Die Schlüsselbeine können fehlen, wenn die Gliedmassen bloss zum Laufen dienen. Sie sind stark entwickelt, wenn die Gliedmassen mannigfache Bewegung besitzen. Wenn die Arme, die zunächst Gehwerkzeuge darstellen, Greiforgane werden, so treten Speiche und Elle in eine gegenseitige Gelenkverbindung, so dass eine Drehbewegung (Ein- und Auswärtsrollen) möglich ist. Der Beckengürtel ist bei den Landtieren unmittelbar und daher fester mit der Wirbelsäule verbunden. Da die Hintergliedmassen sich hauptsächlich gegen den Boden stemmen, während die Vordergliedmassen vorgreifen, so ist die Winkelstellung der Vorder- und Hinterbeine entgegengesetzt. Die Schambeine vereinigen sich in der Mittellinie des Körpers. Am Schambein der Beuteltiere erheben sich vornen rechts und links die Beutelknochen. Fuss- und Handwurzelknochen verschmelzen vielfach; die Fusswurzel des Menschen besteht aus dem Fersenbein, dem Sprungbein, dem Kahnbein, dem Würfelbein und aus drei Keilbeinen. Das Fersenbein hat hinten einen langen Fersenhöcker, der einen langen Hebelarm für den Streckmuskel des Fusses, den Wadenmuskel mit der Achillessehne darstellt. Der Oberschenkel zeigt neben dem Gelenkkopf aussen den grossen und innen den kleinen Rollhügel, beide dienen zur Anheftung von Muskeln des Oberschenkels.

Aufgabe des Knochengerüsts.

1. Die Knochen bilden die Stütze des Körpers, das Gerüst für seinen Aufbau: „Knochengerüst“. 2. Sie dienen der Bewegung; beim Gehen, Laufen, Springen, Hüpfen, Beugen, Strecken etc. wird die Lage gelenkig verbundener Knochen (durch die Muskeln) verändert. 3. Sie bilden Höhlen und schützen dadurch edle Organe (Schädel-, Brust-, Becken-, Augenhöhle etc.).

Erkrankungen des Knochengerüsts.

1. Durch Verletzung der Knochenhaut erkrankt der Knochen oder stirbt ab: Knochenbrand, Knochenfrass. 2. Mit dem Alter nimmt die Knochenerde in dem Knochen zu; die Knochen werden spröder, daher Knochenbrüche mehr in spätern Jahren, besonders bei Greisen; Verkrümmungen, krumme Beine entstehen dagegen bei Kindern. Ist ein bedeutender Mangel an Knochenerde vorhanden, so entsteht die „englische Krankheit“. Ein Knochen-

bruch heilt dadurch zusammen, dass die Knochenhaut eine Flüssigkeit ausscheidet, die gerinnt und später verknöchert, so dass die Bruchenden, die einander soweit als möglich genähert und in die richtige Lage gebracht werden müssen, wieder fest miteinander vereinigt werden. 3. Durch Schlag, Stoss verlassen die Gelenkflächen ihre gegenseitige Lage: Knochenverrenkung (Luxation). Dehnung oder Zerreissung der Gelenkkapsel oder der Bänder, die sie umgeben, nennt man Verstauchung. Dabei springen Blutgefässe; die Weichteile schwellen an und erscheinen blutrot. 4. Bei Gelenkentzündungen wird sehr viel Gelenkschmiere angesammelt; wird diese dünnflüssig, so wird die Gelenkkapsel ausgedehnt und es entsteht die schmerzhafteste Gelenkwassersucht. Bei Gelenkrheumatismus sind gewöhnlich mehrere Gelenke zugleich entzündet. 5. Wenn sich (bei Gehirnentzündung der Kinder) Wasser in den Gehirnhöhlen ansammelt, so werden die Schädelknochen, die noch nicht verwachsen sind, auseinander getrieben. Es entsteht ein grosser Schädel: Wasserkopf. 6. Durch Schlag, Fall oder Entzündung tritt leicht eine Verschiebung der Wirbel ein, die zu Rückgratverkrümmung führt („verwachsen“, „buckelig“). 7. Durch langes Stehen und Stemmen der Füsse bei Bäckerlehrlingen, Schreibern, Schlossern etc. legen sich oft die Mittelfussknochen, die eine Wölbung bilden, flach auf die Unterlage. Es entsteht der Plattfuss, der das Gehen erschwert und rasch ermüdet.

Pflege des Knochengestüts.

Leite auf Grund der gewonnenen Kenntnisse folgende Sätze ab: 1. Vermeide Verrenkungen, Verstauchungen und Knochenbrüche beim Reissen, Ziehen, Gehen. 2. Für die richtige Ernährung der Knochen sind kalkhaltige Nahrungsmittel nötig (S. 4 Knochengewebe). 3. Es ist nötig, sich an eine gerade Haltung beim Gehen, Sitzen, Schreiben, Zeichnen, Nähen, Sticken zu gewöhnen. 4. Man kann den Plattfuss vermeiden, wenn die Wölbung des Fusses durch Einlagen gestützt wird.

3. Muskelsystem.

A n s c h a u u n g: Die Muskeln am eigenen Körper aufsuchen, fühlen und sehen, besonders das Zusammenziehen und Strecken der Muskeln (Oberarm etc.); Modelle, farbige Abbildungen.

Wirbellose Tiere.

Urtiere: Erste Andeutung von Muskeln: In dem Stiele der

gestielten Infusorien befindet sich ein Strang, der nach Art der Muskelfasern sich zusammenziehen und dadurch den Stiel spiralig gestalten und verkürzen kann.

Hohltiere: Die ersten echten Muskelfasern als dünne Lage unter der Oberhaut: 1. in den Fangarmen; 2. in der Sohle zum Kriechen; 3. ringförmige auf der Schirmunterseite der Medusen, oft sind zugleich auch radiäre Stränge vorhanden; durch die Muskeln wird die Glocke zusammengezogen, das Wasser ausgestossen, und die Meduse in entgegengesetzter Richtung pfeilschnell fortbewegt.

Stachelhäuter: Ein gewaltiges starres Hautskelett macht die Thätigkeit einer Hautmuskulatur unmöglich. Die Bewegungen, durch die das Tier den Ort verändert, werden durch das Wassergefässsystem ausgeführt. Bei Seeigeln, Seesternen und Seewalzen werden die Skelettplatten immer beweglicher, und daher die Muskeln stärker.

Würmer: Der Hautmuskelschlauch dient hauptsächlich zur Fortbewegung. Die Rundwürmer haben nur Längsfasern im Hautmuskelschlauch; die Muskeln der rechten und linken Körperseite werden abwechselnd zusammengezogen und gestreckt und das Tier auf diese Weise durch Krümmen und Strecken fortbewegt. Die Ringel- und Plattwürmer haben eine äussere Ringfaser- und eine innere Längsfaserschicht. Diese Tiere ziehen abwechselnd die Ring- und Längsfasern zusammen und nehmen ausserdem vielfach Borsten und Saugnäpfe zu Hilfe, um sich fortzubewegen.

Gliedertiere: Körper und Gliedmassen sind gegliedert; der Hautmuskel, der nur aus Längsfasern besteht, ist in entsprechende Abschnitte geteilt. Die Glieder der röhrenförmigen Gliedmassen sind im Innern mit vielen Beug- und Streckmuskeln versehen. Die Gliedertiere zeichnen sich durch zusammengesetzte vielfach kunstvolle Bewegungen und dem entsprechend durch ein hoch entwickeltes Muskelsystem mit stets quergestreiften Muskeln aus; die Raupe des Weidenbohrers besitzt z. B. gegen 2000 Muskeln, der Mensch etwa 600.

Weichtiere: Sie sind weniger beweglich als die Gliedertiere; daher sind die einzelnen Muskeln des Hautmuskelschlauchs

auch weniger ausgeprägt. Am stärksten entwickelt ist der zur Fortbewegung dienende Fuss. Er dient: 1. als Sohle zu Kriechbewegungen (Schnecken, Muscheln); 2. als Ruderfuss zum Schwimmen (Flossenfüsser); 3. als Trichter zur Fortbewegung durch Rückwirkung des Wassers (Tintenfische). Eigentümliche Muskeln sind die Schliessmuskeln der Muscheln und die Rückzieher der gehäusetragenden Schnecken und Tintenfische.

Wirbeltiere.

Sie bilden ein inneres Skelett als Stützapparat; daher greifen die Rumpfmuskeln nicht mehr aussen an der Haut, sondern im Innern an den Skeletteilen an.

Fische: Stelle einen Querschnitt durch einen Fischschwanz her: Vier mächtige Längsbündel, Stammuskeln genannt, durchziehen den Körper der Länge nach, zwei oben und zwei unten zu beiden Seiten der Wirbelbogen. Sie stossen in einer rechten und linken, in einer obern und untern Mittellinie zusammen und sind durch häutige Zwischenwände in hintereinander liegende Abschnitte (Segmente) zerlegt. Die Zerlegung der Stammuskeln (Segmente) bewirkt die Gliederung der sich später entwickelnden Wirbelsäule und die Anordnung der Rippen und der Rückenmarksnerven.

Die höheren Wirbeltiere und der Mensch: Die Muskeln verzweigen sich leicht und verändern auch leicht ihre Form. Je mehr nun in der Tierreihe die Gliedmassen an Bedeutung gewinnen, je schärfer Kopf, Kreuz und Becken unterschieden werden, um so mehr verzweigen sich die Stammuskeln. Sie nehmen überdies verschiedene Aufgaben und Formen an und gruppieren sich in anderer Weise. Reste der Stammuskeln erhalten sich aber auch bei den höheren Wirbeltieren und beim Menschen: die Teile der Muskelmasse, die links und rechts der Dornfortsätze am Rücken hinziehen, die Zwischenrippenmuskeln, die Muskeln, welche die Schwanzwirbelsäule der geschwänzten Säuger heben und senken. Um die wichtigsten Bewegungen kennen zu lernen, sind folgende Muskeln in ihrer Thätigkeit am eigenen Körper aufzusuchen.

Kopfmuskeln: 1. Stirnmuskel, zu beiden Seiten der Stirn, zieht die Kopfhaut nach vorn. 2. Hinterhauptsmuskel, zu beiden Seiten des Hinterhauptbeins, zieht die Kopfhaut nach hinten.

3. Schläfenmuskel, zwischen Unterkiefer und Schläfenbein, zieht den Unterkiefer nach oben und rückwärts. 4. Schliessmuskel des Auges in den Augenlidern, ringförmig um die Augenhöhle. 5. Kaumuskel vom Jochbein zum Unterkiefer, stärkster Kaumuskel, drückt den Unterkiefer an den Oberkiefer. 6. Trompetermuskel, der fleischige Teil der Backen, verengert die Mundhöhle, presst die Luft aus derselben. 7. Schliessmuskel des Mundes, ringförmig um den Mund.

Rumpfmuskeln: 1. Kopfnicker, zu beiden Seiten des Halses zwischen Brustkorb und Kopf; wirkt nur einer, so wird der Kopf seitlich nach vorn gebeugt. Ist der Kopf festgestellt, so heben diese Muskeln den Brustkorb und sind deshalb wichtige Atmungsmuskeln. 2. Kappenmuskel, mönchskapuzenartig am Nacken und an der hintern Seite des Brustkorbs, zieht den Oberarm rückwärts. 3. Grosser Brustmuskel, zu beiden Seiten der Brust, zieht den Oberarm an die Brust. 4. Grosser vorderer Sägemuskel, zwischen den obern Rippen und dem Schulterblatt, zieht das Schulterblatt nach vorn und die Rippen nach aussen und oben (Atmung). 5. Breiter Rückenmuskel, vom obern Oberarmknochen über die Rippen-, Lenden- und Kreuzbeingegend, zieht den Arm rückwärts. 6. Schiefer- und gerader Bauchmuskel, ersterer bildet die Seitenwand, letzterer die Vorderwand der Bauchhöhle, drücken auf die Eingeweide, verengern die Unterleibshöhle.

Arm- und Handmuskeln: 1. Armheber oder Deltamuskel, hebt den Oberarm in die Höhe; stark, bedeckt den obern Teil der Schulter und das Schultergelenk. 2. Dreiköpfiger Armstrecker, streckt den Vorderarm, entspringt mit drei Köpfen am Schulterblatt und Oberarm, nimmt die ganze hintere Fläche des Oberarmes ein und setzt sich am hintern Ellenbogenbein an. 3. Zweiköpfiger Armspeichenbeuger, beugt den Vorderarm, entspringt mit 2 Köpfen am Schulterblatt, überzieht den vordern Oberarm und setzt sich an der Speiche unter dem Ellenbogengelenk an. 4. Ellenbeuger, beugt den Unterarm, unter dem Speichenbeuger. 5. Auswärtswender, wendet die Speiche und die Hand nach aussen, an der äusseren Seite der Speiche. 6. Hand- und Fingerstrecker, strecken die Finger einzeln oder zusammen und beugen die Hand nach links oder rechts, alle vom äusseren Gelenkknorren, an der Speichenseite gelegen, 7. Hand- und Fingerbeuger, beugen die Finger nach innen und

die Hand nach der Ellenbogen- oder Speichenseite hin. 8. An- und Abzieher der Finger, bewegen die Mittelhandknochen und Finger gegen- oder voneinander. Der Ballen des Daumens besteht aus 4 kurzen starken Muskeln.

Bein- und Fussmuskeln: 1. Grosser Gesässmuskel, bewegt den Oberschenkel rück- und auswärts, der stärkste Muskel, geht vom Hüft- und Kreuzbein zum Oberschenkel. 2. Anzieher des Oberschenkels von den Lenden, der innern Hüfte nach dem kleinen Oberschenkelknorren. 3. Auswärtsroller, vom Kreuzbein nach dem grossen Oberschenkelknorren. 4. Vierköpfige Unterschenkelstrecker, strecken den Unterschenkel, vom Becken und dem Oberschenkel nach der Kniescheibe, vorn und auf den Seiten. 5. Schneidermuskel, hilft den Unterschenkel beugen, der längste Muskel, vom Hüftbein schief abwärts zum Schienbein. 6. Schlanker Schenkelmuskel, hilft den Unterschenkel beugen, geht vom Sitzbein zum Schienbein. 7. Zweiköpfiger Wadenbeinbeuger, beugt den Unterschenkel, vom Sitzbein zum Schienbein. 8. Vorderer Schienbeinmuskel, beugt den Fuss, geht auf dem äusseren Schienbein nach dem Mittelfuss. 9. Wadenbeinmuskel mit der Achillessehne, streckt den Fuss, vom hintern Ober- und Unterschenkel nach dem Fersenbein.

Wie an den Fingern befinden sich auch an den Zehen Beuger, Strecker und Abzieher.

Zwerchfell: Die ersten Spuren zeigen die schwanzlosen Lurchen, deutlicher ist es bei den Schildkröten. Bei den Vögeln tritt noch das Herz hindurch, und erst bei den Säugetieren trennt es vollständig die Brust- und Bauchhöhle und erlaubt eine Vergrösserung des Brustraumes beim Atmen.

Hautmuskeln: Erst bei höhern Wirbeltieren wird die äussere Haut durch Bildung von Muskeln beweglich. Durch die Hautmuskeln kommt das Sträuben der Federn und der Haare und das Zusammenrollen der Igel und der Gürteltiere zustande.

Beim Menschen beträgt das Gewicht der Muskeln etwa die Hälfte des Körpergewichtes; eine Vernachlässigung ihrer Pflege muss also dem Organismus von grossem Nachteil sein.

Verrichtung der Muskeln.

Durch die Muskeln (und das Protoplasma der Urtiere) kommen Bewegungen zustande und zwar dienen sie: 1. Zur Ortsveränderung,

um Nahrung zu erlangen und Feinden zu entgehen. Dies geschieht durch: Schwimmen vermittelt Wimpern, Geisseln, Haaren, Glocken, Trichter, Schalen, Ruderfüssen (Schnecken), Flossen, Schwimmfüssen; Fliegen mit häutigen Flügeln, Flossen, Federflügeln und Flughäuten; Kriechen vermittelt Scheinfüssen, Ambulakralfüsschen, Fangarmen, Sohlen, auswärts gerichteten Beinen; Klettern mit Hilfe der Beine, des Schwanzes, des Schnabels; Gehen und Laufen vermittelt der Beine. 2. Zum Töten der Beutetiere und zum Ergreifen und Festhalten der Nahrung. Es kommen dabei in Betracht: Fangarme, Nesselapparate Kiefer (Seeigel, Weichtiere, Würmer, Gliederfüsser, Wirbeltiere), Schnabel, Kieferfüsse, Kieferfühler, bewaffnete und unbewaffnete Beine, Lippen, Zähne, der ganze Körper (Riesenschlange), Giftapparate (Spinnentiere, Schlangen). 3. Zur Bewegung der Angriff- und Schutz Waffen: Schlag (mit den Beinen, dem Schnabel, dem Schwanz (Aalfisch, Zitteraal), Stoss (Hörner, Geweih, Zähne), Biss (mit und ohne Giftapparat), Stich (mit und ohne Giftapparat). 4. Zur Herstellung von Schutz- und Schreckstellungen: Zurückziehen in Schalen, Röhren (bei Urtieren, Hohltieren, Weichtieren, Würmern), Zusammenrollen, Totstellen, Sträuben des Feder- und Haarkleides. 5. Im Dienste der Verdauung, der Atmung, des Blutkreislaufes und der Ausscheidung. (Siehe Organe des Stoffwechsels.)
6. Zur Bewegg. d. Sinnesorgane.

Erkrankungen der Muskeln.

1. Zu grosse Anstrengung schadet den Muskeln und kann Lähmung herbeiführen. 2. Unthätigkeit — besonders bei guter Ernährung und reichlichem Genuss von geistigen Getränken — macht die Muskeln schlaff, bringt sie zum Schwund und zur Verfettung; der Stoffwechsel wird in hervorragender Weise gestört, da die Muskeln die Hälfte der Körpermasse ausmachen, und die Verfettung innerer Organe kann lebensgefährlich werden. 3. Die Muskeln können durch Trichinen erkranken; auch Finnen, die Larven des Bandwurmes, halten sich in den Muskeln auf.

Pflege des Muskelsystems.

Leite auf Grund der gewonnenen Kenntnisse folgende Forderungen ab: 1. Vermeide Überanstrengung, aber auch den Müssigang! 2. Sorge für richtige Ernährung (S. 5. III). Hüte dich aber

vor Übermass im Essen, Trinken und Schlafen! 3. Vermeide enge Kleidungsstücke, besonders an Brust und Füssen! 4. Gönn den Muskeln nach grossen Anstrengungen die nötige Ruhe! 5. Stärke deine Muskeln durch Turnen, Schwimmen, Schlittschuhlaufen etc. 6. Geniesse kein rohes, mangelhaft gekochtes und gebratenes Fleisch!

II. Der Stoffwechsel und seine Organe.

Beobachtungen: 1. Tiere und Mensch nehmen feste und flüssige, organische und unorganische Stoffe als Nahrung auf. 2. Die Stoffe werden verdaut in das Blut aufgenommen, in die Atmungsorgane geführt und in alle Teile des Körpers gebracht, um die unbrauchbar gewordenen Stoffe zu ersetzen. 3. Diese werden als Gase (Kohlensäure und Wasserdampf), Flüssigkeiten (Schweiss, Urin) und feste Teile (Exkreme) ausgeschieden. — Die Aufnahme von Stoffen, ihre Veränderungen durch Verdauung, Atmung, Blutlauf, ihre Verwendung im Organismus und die Ausscheidung der unbrauchbar gewordenen Überreste nennt man Stoffwechsel.

Verdauung und Verdauungsorgane.

Nahrungsmittel: Die Tierbetrachtungen haben gezeigt, dass den Tieren zur Nahrung dienen: 1. alle lebenden und toten Tiere und alle tierischen Stoffe wie Haare, Federn, Auswurfstoffe; 2. alle Pflanzen und alle pflanzlichen Stoffe: saftige Früchte und dürre Halme, hartes Eichenholz, Papier und Mulm faulender Bäume; 3. Wasser und Salze: Kochsalz und namentlich Kalksalze, die im Wasser und in den Nahrungsmitteln enthalten sind. Die meisten Tiere nehmen ihre Nahrungsmittel entweder aus dem Pflanzenreich oder aus dem Tierreich: Pflanzen- und Fleischfresser; nur wenige sind für Pflanzen- und Tierkost zugleich eingerichtet: Allesfresser. Die Tiere müssen organische Nahrung aufnehmen; sie sind nicht imstande, aus unorganischen Stoffen organische herzustellen. Dieses wichtige Geschäft im Haushalte der Natur können nur die grünen Pflanzen besorgen; daher ernähren sich die Pflanzenfresser von den Pflanzen und die Fleischfresser von den Pflanzenfressern; daher sind auch nach dem Mosaischen Schöpfungsbericht zuerst die Pflanzen und dann erst die Tiere erschaffen worden. Alle Stoffe, die in den Körper auf-

Erklärung zu Tafel V.

1. Infusorium mit Muskelfasern *m* im Innern. Siehe auch Tafel I. u. II!
Z. z. Tierkunde T. 11, 3 und 4.

2. Chitinhohlbein mit Muskeln *m* im Innern. Scharniergelenk. *d* Drehungsachse. Z. z. Tierkunde T. 9, 4; T. 8, 1 und 2.

3. Linker und rechter Seitenrumpfmuskel: I. In der ersten Anlage, Querschnitt. II. Entwickelt. *o* obere, *u* untere Hälfte des linken Seitenrumpfmuskels. III. Horizontaler Längsschnitt. *s* Muskelsegmente, in welche die Seitenrumpfmuskeln geteilt werden. *a* Wirbel. *b* Untere Bogen. *z* Zwischenwände, in denen sich Rippen entwickeln können.

Siehe Tafel IV: *gs* Gesässmuskel, nur wenig sichtbar. *an* Anzieher des Oberschenkels. *ar* Auswärtsroller. *us* Unterschenkelbeuger. *sn* Schneidermuskel. *z* Zweiköpfiger Wadenbeinbeuger. *sl* Schlanker Schenkelmuskel. *w* Wadenmuskel mit der Achillessehne *a*. Urtiere: Tierkunde 13. Tafel, 5. Menschenkunde 2. Tafel, III. und IV.

4. *A.* Längsschnitt durch eine Seeanemone (oder Koralle). *e* Epidermis. *m* Mesoderm (schwarz), das im unteren Teil zu dem becherförmigen Mauerblatt *ma* verkalkt. *s* Wandfalten oder Septen, die das Mundrohr *mu* halten. *B* Querschnitt unterhalb des Mundrohres: Unvollständige Kammerung, Septen mit Flimmerhaaren.

Hohltiere: Tierkunde 13. Tafel 2, 3, 4.

Stachelhäuter: „ 13. „ 1.

Würmer: „ 11. „ 4.

5. Kiefer des Bluteegels, gezähnt, 3 schiefe Muskeln *m* bringen eine schaukelnde Bewegung zustande.

6. Saugwurm. *m* Mund. *mg* Magen, verzweigter afterloser Darm.

7. Strudelwurm. Darm mit Mundsaugnapf und 2 Blindsäcken. *s* Saugnapf.

8. *I.* Mundwerkzeuge der Stechmücke; *II.* einer Fliege; *III.* einer Wanze. *ol* Oberlippe. *ok* Oberkiefer. *uk* Unterkiefer. *lt* Lippentaster. *g* Gelenk.

9. Anpassung der Mundwerkzeuge von Kerftieren (Querschnitte): *I.* eines Käfers, *II.* eines Hautflüglers (Hummel), *III.* eines Schmetterlings, *IV.* eines Zweiflüglers, *V.* eines Schnabelkerfs. *ol* Oberlippe. *ok* Oberkiefer. *kt* Kiefertaster. *lt* Lippentaster. *ul* Unterlippe. Die verkümmerten Mundteile sind klein angegeben.

10. Darm eines Gliedertieres. *sp* Speiseröhre. *kr* Kropf (bei gefräßigen Insekten). *km* Kaumagen (bei saugenden Insekten ist an seiner Stelle ein Saugmagen vorhanden). *m* Malpighische Gefäße. *ed* Enddarm mit Mastdarm *r*, der durch drüsige Ausbildung seines Epithels ausgedehnt ist. *ad* Analdrüse zur Erzeugung eines Stoffs für die Verteidigung. *b* Sekretblase.

11. Muscheln mit allmählicher Ausbildung der Siphonen durch den Mantel. *I.* *b* Einführungsgang für das Nähr- und Atemwasser und *a* Ausführungsgang (Bronchial- und Aftersipho). *ak*, *ik* äussere und innere Kiemen. *m* Mantel. *f* Fuss. Siehe auch Figur 5 Tafel *VIII.* (Darm.)

12. Zahn eines Säugers. *s* Zahnschmelz. *b* Zahnbein. *c* Zahncement. *h* Zahnhöhle, die Pulpa entfernt.

13. Darmkanal. Drüsen: *sp* Speicheldrüsen. *brd* Brust- oder Thymusdrüse. *schd* Schilddrüse. *ad* Atmungsdrüsen oder Lungen (Schwimmbblasen). *gd* Gallendrüsen (Leber). *bd* Bauchspeicheldrüse (Pankreas). *z* Zwerchfell.

Teile, 1. Vorderdarm: Mund, Rachen, Schlundkopf, Speiseröhre, Magen *m* mit Pförtner bei *fd*. 2. Mitteldarm: *fd* Zwölffingerdarm. *dd* Dünndarm. 3. Hinterdarm: *did* Dickdarm mit dem Blinddarm *bd* (Wurmfortsatz *wf* und Mastdarm *md*).

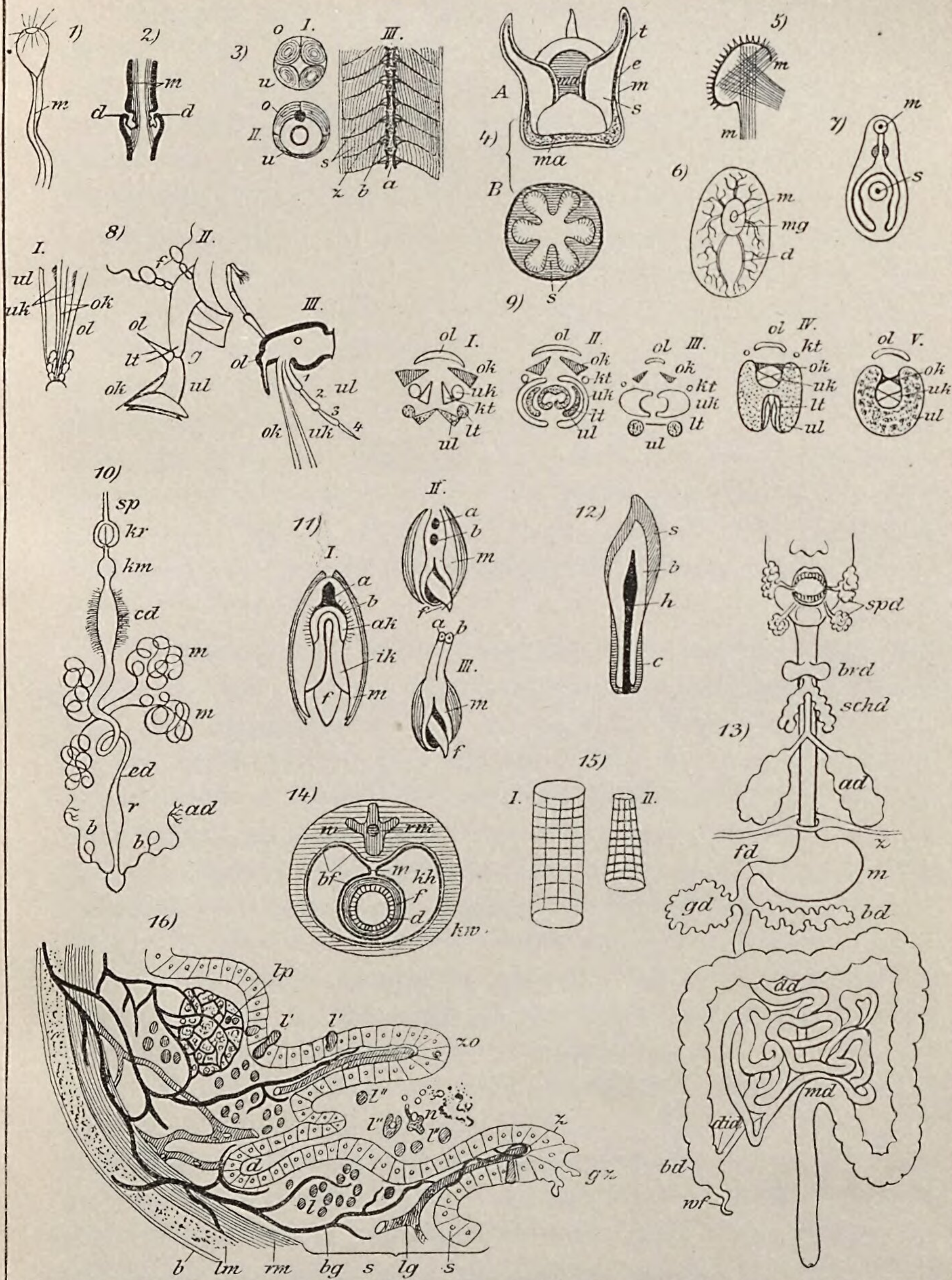
14. Querschnitt durch den Wirbeltierkörper. *kw* Körperwand. *w* Wirbelsäule. *rm* Rückenmark. *kh* Körperhöhle. Darmhöhle. *bf* Bauchfell (und Brustfell). *m* Gekrös (Mesenterium). Darmwand = *d* Darmdrüsenblatt und *f* Darmfaserblatt aus Längs- und Ringmuskeln bestehend.

15. Bewegung des Darminhaltes durch Zusammenziehen der Längs- und Ringmuskeln. *I.* Ausgedehnt. *II.* Zusammengezogen.

16. Querschnitt durch den Mitteldarm eines Wirbeltieres. *b* Bauchfell. *lm* Längsmuskelschicht. *rm* Ringmuskelschicht. *s* Schleimschicht: *bg* Blutgefäß, *lg* Lymphgefäß mit Wanderzellen = Lymphzellen *l*, *l'* u *l''*, *s* Schleimhaut.

d Darmdrüse (Einstülpung). *z* Darmzotten (Ausstülpung). *gz* Grenzzellen der Schleimhaut, welche Protoplasmafortsätze aussenden. *l* Lymphzellen, durch die Schleimschicht in die Darmhöhle eindringend (*l'*), Nahrung (*u*) in der Darmhöhle aufnehmend (*l''*).

Tafel V



genommen werden, um diesen zu ernähren, nennt man **Nahrungsmittel**; wenn sie zubereitet sind, heissen sie **Nahrung**.

Genussmittel: Vom Menschen werden auch Gewürze, Thee, Kaffee, Kakao, Wein und Bier aufgenommen. Diese Stoffe tragen nicht wesentlich zur Ernährung, zum Aufbau des Körpers und zur Erhaltung der Kräfte bei; sie haben vielmehr den Zweck, den Genuss zu erhöhen, einen Reiz auf die Nerven auszuüben, die den Verdauungsprozess regeln. Solche Stoffe nennt man **Genussmittel**.

Nährstoffe: Die mannigfaltigen pflanzlichen und tierischen Nahrungsmittel bestehen aus einer verhältnismässig kleinen Zahl von organischen Stoffen (Verbindungen). Man unterscheidet: 1. Kohlenhydrate: Stärke, Zucker, Dextrin, Cellulose, hauptsächlich in den pflanzlichen Nahrungsmitteln enthalten. 2. Fette: Fest und flüssig (Öle) in tierischen und pflanzlichen Körpern. 3. Eiweissstoffe (Protëine): a) tierische: Albumin (Ei), Fibrin (Muskeln), Kasein (Käse); b) pflanzliche: Pflanzenalbumin, Kleber (im Getreidekorn), Legumin (Bohnen, Erbsen, Linsen). Die organischen Verbindungen, die die Nahrungsmittel zusammensetzen, heisst man **Nährstoffe**.

Nährwert: Für eine vernunftgemässe Ernährung hat man sich zu merken: 1. Man hat durch vielfache Versuche gefunden, dass eine arbeitende Person als tägliche Nahrungsmenge aufnehmen muss, etwa: 120 g Eiweiss, 50 g Fett, 450 g Kohlenhydrate, 2500 g Wasser, 25 g Salze; Wasser und Salze sind in allen Nahrungsmitteln, wenn auch nicht immer in ausreichender Menge enthalten. Die Kohlenhydrate bilden gern Fett, die Eiweissstoffe Blut; man heisst daher erstere Fettbildner, letztere Blutbildner. 2. Man hat auch den Gehalt der Nahrungsmittel bezüglich der Nährstoffe festgesetzt und die Zahlen in Tabellen zusammengestellt. 3. 100 g der verschiedenen Nahrungsmittel sind sehr verschieden im Preis, und so kommt es, dass z. B. das Eiweiss in den verschiedenen Nahrungsmitteln verschieden teuer ist. 4. Vereinigt man mit der Tabelle, welche die Zusammensetzung der Nahrungsmittel angibt, eine zweite, in der der Preis von 100 g der verschiedenen Nahrungsmittel verzeichnet ist, so kann man an jedem beliebigen Orte für eine solche Ernährung sorgen, die nicht bloss billig ist, sondern zugleich allen andern Anforderungen gerecht wird.

Nährwert wichtiger Nahrungsmittel.

	100 Teile enthalten:				100 g sind wert etwa: Pfennig
	Eiweiss	Fett	Stärke- Zucker	Salze	
Mageres Fleisch	18	6	—	1	13
Fettes „	10	45,5	—	0,5	13
Hühnerfleisch	20	4	—	1	?
Lachs	15	7	—	1	60
Stockfisch	79	0,8	2,6	1,6	8
Hering (gesalzen)	19	17	—	17	10
Hühnereier	15	12	—	1	14
Kuhmilch	4	4	4	1	2
Buttermilch	3	2	4	1	?
Butter	1	83	1	—	24
Schmalz	—	98	—	—	16
Magerer (weisser) Käs	35	8	2	5	16
Fetter Käs	29	30	2	4	24
Hutzucker	—	—	99	0,5	6
Weizenmehl	10,5	1	73	1	5
Roggenmehl	11	1	71	1	4
Schwarzbrot	6	0,5	49	2	2,5
Gerste	13	3	2	60	?
Reis	7	0,5	77	0,5	5
Hülsenfrüchte	25	2	52	2	5
Kartoffeln	2	—	21	1	0,5
Gemüse	2	—	6	—	15
Obst	0,5	—	12	0,5	?
Pilze	5	—	5	1	?
Bier	0,5	4	5	0,5	3
Rheinwein	—	11	2	0,5	20

Beantworte an der Hand dieser Tabelle folgende Fragen:

1. Welche Nahrungsmittel sind hauptsächlich Fettbildner, welche die besten Blutbildner? 2. Wieviel g Kartoffeln, Gemüse, Eier, Fleisch, Milch, Bier müsste man geniessen, um das nötige Eiweiss aufzunehmen? 3. Welche Nahrungsmittel setzt man am geeignetsten den Kartoffeln, den Hülsenfrüchten, dem Stockfisch etc. etc. zu. 4. Vergleiche je 100 g Bier, Wein etc. mit 100 g Brot, magerem Käs etc. nach dem Preis und dem Nährwert. 5. Wie hoch stehen 100 g Eiweiss in folgenden Nahrungsmitteln: Fleisch, Milch, magerer Käs, fetter Käs, Linsen, Brot, Butter, Bier?

Wirbellose Tiere.

Urtiere: Amöben und Wurzelfüsser umfliessen mit ihrem Zellkörper die Beute und nehmen deren Inhalt in das Plasma auf. Die Infusorien zeigen in der durch Verdickung entstandenen

äusseren Schichte bleibende Öffnungen, eine Mund- und vielfach eine Ausfuhröffnung.

Hohltiere: Die ganze Körperhöhle steht durch eine Öffnung, den Mund, mit der Aussenwelt in Verbindung und stellt einen blindsackartigen Verdauungsraum dar. Die Körperhöhle ist zugleich Leibes- und Darmhöhle (Darmleibeshöhle). Leib und Darm sind noch nicht unterschieden. Der Körper der Schwämme ist aus amöbenartigen Zellen (Einzelwesen) aufgebaut. Das Atemwasser und Nährwasser mit den Nahrungskörperchen dringt durch unzählig viele, feine Kanälchen, die mit flimmernden Wimpern versehen sind, in den Körperhohlraum. Die Nahrungskörperchen werden von amöbenartige Wandzellen, die Scheinfüsse aussenden, ganz nach Art der Amöben aufgenommen und die unbrauchbaren Teilchen durch den Ausführungsgang der Körperhöhle (das Oskulum) ausgeschieden. Bei den höheren Hohltieren ist dieses Kanalsystem weggefallen. Die Hydraarten haben eine Mundöffnung, die von Fangarmen umgeben ist und zugleich als Ein- und Ausfuhröffnung dient. Bei den Korallenpolypen stülpt sich das Mundrohr der Armpolypen nach innen und wird Munddarm genannt. Er kann durch einen Muskel am Grund geschlossen werden und dient allein als Verdauungsapparat. Die Körperwand bildet mehrere bis gegen die Mitte vorspringende, faltenartige Scheidewände, die den Munddarm halten und die untere Leibeshöhle unvollständig in Kammern abteilen. Die Flimmerzellen der Körperwand sorgen für die Bewegung des mit Wasser vermischten Speisebreis. Die Körperhöhle setzt sich in den hohlen Fangarmen fort. Die Nesselkapseln an den Fangarmen und an der Innenseite des Munddarmes dienen zum Töten der Beute.

Stachelhäuter: Zum erstenmale durchzieht ein Darmrohr den Hohlraum des Körpers, so dass man eine Körper- und eine Darmhöhle unterscheiden kann. Den Schlangensternen fehlt noch ein After. Die Afteröffnung kann am Rücken oder an der Bauchseite liegen. Der Vorderarm kann schon Organe zur Zerkleinerung der Nahrung besitzen (Seeigel). Der mittlere Darm ist bei den Seesternen zu einem Magen erweitert, von dem mit Drüsen besetzte Blindsäcke in die Arme ausgehen. Auch der Enddarm kann mit seitlichen Ausstülpungen versehen sein, die der Atmung dienen (Wasserlungen).

Würmer: Die Strudelwürmer haben nur einen Munddarm oder einen afterlosen Darmkanal, der sich in der Regel baumartig verzweigt. Die Saugwürmer (Leberegel) haben einen afterlosen Darm, der vorn sehr muskulös ist, einen Saugnapf bildet und sich in 2 schlauchförmige Blindsäcke teilt. Die Fadenwürmer, die Ringelwürmer, die Manteltiere, die Moostierchen und die Rädertierchen haben dagegen meist einen gut ausgebildeten Darm, an dem man Vorder-, Mittel- und Enddarm unterscheiden kann. Die Bandwürmer und die Kratzer sind Schmarotzer und deshalb darmlos. Fadenwürmer und besonders Ringelwürmer haben vielfach Chitinhaken, Zähne, Leisten und Kiefer zum Erfassen und Zerkleinern der Beute. Die Epithelzellen in der Wandung des Mitteldarms und dessen Aussackungen scheiden einen Saft aus, der die Verdauung befördert.

Gliedertiere: Am Eingang des Vorderdarmes befinden sich stets gegeneinander wirkende, feste Mundwerkzeuge, die als umgewandelte Gliedmassen zu betrachten sind; Zahl, Form und Aufgabe ist sehr verschieden. Als Ausstülpung der Mundhöhle sind in der Regel ein Paar Speicheldrüsen vorhanden, deren Sekret die Nahrung einspeichelt und die Verdauung einleitet. Das Ende des Vorderdarms ist meist erweitert, muskulös, mit Leisten und Zähnen aus Chitin versehen und heisst: Kaumagen. An dessen Stelle findet sich bei den Tieren, die sich von flüssigen Stoffen ernähren, ein Saugmagen, der als Vorratsbehälter dient (Schmetterlinge, Zweiflügler). Der Mitteldarm beginnt gewöhnlich mit einer Erweiterung, dem Chylusmagen. Er hat sehr oft blindsackartige Ausstülpungen (Krustentiere, Käfer), die sich bei höheren Krustentieren zu einer grossen Leber entwickeln. Der Enddarm, am wenigsten entwickelt, beginnt da, wo fadenförmige, verzweigte Gefässe (die Malpighischen Gefässe), die jedenfalls die Geschäfte der Nieren verrichten, in den Darm einmünden. Bei manchen Krustentieren, Flossenkrebse, Kiemenfüssern und Libellenlarven dient er zur Aufnahme von Atemwasser; bei Lungen- und Spaltfüssern, die parasitisch leben, kann der Darm verkümmern. Der Darm der Gliedertiere ist im allgemeinen hoch entwickelt.

Weichtiere: Weil vielfach ein Gehäuse gebildet wird, so finden sich Mund- und Afteröffnung nicht an entgegengesetzten

Körperenden, sondern in geringer Entfernung von einander. Der Vorderdarm ist am wenigsten entwickelt; Kauwerkzeuge und Speicheldrüsen fehlen vielfach; bei Schnecken und Tintenfischen sind beide vorhanden. Die Kiefer sind unpaarig bei den Schnecken, paarig bei den Tintenfischen und Vorderkiemern. Sie wirken bei den Tintenfischen vertikal, bei den Vorderkiemern horizontal gegeneinander. Schnecken und Tintenfische besitzen auch eine sogen. Reibeplatte. Am Ende des Vorderdarms findet sich oft ein muskulöser Kaumagen (Tintenfische); in den Mitteldarm führen die grossen gelappten Lebern ihr Sekret. Der Enddarm durchbohrt bei den Muscheln das Herz. Kurz vor der Afteröffnung mündet bei vielen Tintenfischen der Ausführungsgang des Tintenbeutels; der Enddarm ist vielfach der längste Teil des Darms.

Wirbeltiere und Mensch.

Der Darm besteht aus einer äussern Muskelschicht, die aus dem innern Blatt des zweitheiligen mittleren Keimblattes und einer innern Schleimhaut, die aus dem innern Keimblatt entstanden ist. Die Muskelschicht besteht aus Längs- und Ringmuskeln. Durch Zusammenziehen derselben wird der Darm verkürzt und zugleich verengert, und der Rohrinhalt wird fortbewegt. Die Nahrungsstoffe müssen eingeweicht, flüssig gemacht werden; es sind daher viele Zellen nötig, die geeignete Flüssigkeiten absondern; deshalb stülpen sich Teile der Schleimhaut des Darmkanals als Drüsen aus oder ein, vergrössern die Oberfläche und sondern geeignete Flüssigkeiten aus. Der Vorderdarm beginnt mit einer Erweiterung, der Mundhöhle, die mit Zähnen, Zunge und Drüsen versehen ist.

Zähne: Nur die niedersten Fische und Amphibienlarven haben aus der Oberhaut gebildete Hornzähne. Bei allen höheren Wirbeltieren bildet das unter der Schleimhaut gelegene Bindegewebe kuppelförmig Fortsätze nach oben, die Zahnkeime oder Zahnpapillen; das Mundepithel hingegen wuchert in die Tiefe und bildet den Schmelzkeim. Beide Gewebe treten in Berührung und bilden den: Zahnschmelz als Überzug der Krone, den Zahncement an der Wurzel, das Zahnbein, ein mit einer Höhle versehener Knochen, und die Pulpa, ein mussartiges Bindegewebe in der Zahnhöhle, die als Wurzelkanal bis zur Wurzelspitze zieht. Der Zahnschmelz, aus Kalkprismen bestehend, ist hart und widerstandsfähig; das Zahnbein ist von vielen Kanälchen

durchzogen, die nach innen einmünden. In die Pulpa dringen von unten durch den Wurzelkanal Blutgefäße und Nerven ein. Bei Fischen, Amphibien, Eidechsen, Schlangen legen sich die Zähne den Kiefern seitlich oder oben an; bei den Krokodilen und Säugetieren werden sie in Vertiefungen des Kiefers eingebettet. Schildkröten und Vögel haben keine Zähne; ihre Kiefer sind mit Hornscheiden bedeckt. Bei den Fischen, Amphibien, Schlangen und Eidechsen sind ausser dem Kiefer auch noch andere Knochen des Mundraumes mit Zähnen besetzt. Bei Fischen, Amphibien und vielen Reptilien findet der Zahnwechsel (Erzeugung neuer Zähne) vielmal, bei den meisten Säugetieren und dem Menschen in der Regel nur einmal und zwar im ersten Lebensalter statt. Die Zähne dienen zum Festhalten und Töten der Beute, bilden vielfach eine Angriffs- und Verteidigungswaffe; sie werden auch zum Lostrennen und Zerkleinern der Nahrung und als Werkzeug zur Herstellung der Wohnung verwendet. Beim Menschen beteiligen sie sich auch bei der Bildung der Zahnlaute. — Die Form der Zähne richtet sich nach ihrer Aufgabe; Beispiele!

Zunge: Bei den Fischen erscheint sie als Schleimhautwulst, der dem Zungenbein aufsitzt und vielfach mit Zähnen besetzt ist. Bei Amphibien wird sie durch besondere Muskeln beweglich; bei Schlangen und Eidechsen ist sie von einer besonderen Scheide umgeben. Bei Reptilien und Vögeln ist der Vorderteil oft von einer Hornschicht bedeckt. Nur die Wabenkröte besitzt keine Zunge. Die Zunge dient zur Erlangung der Nahrung, zum Auflecken, Anspießen, Abwischen, Herausklappen, zum Zerteilen der Nahrung im Mund, zum Reinigen der Mundhöhle und des Haarkleides, zum Tasten und zur Erzeugung der Zungenlaute. Nach der Verrichtung ist Form und Befestigungsort der Zunge sehr verschieden; Beispiele!

Drüsen: Wie die Haut- und Augendrüsen, so treten auch die Mundhöhlendrüsen erst bei den auf dem Lande lebenden Tieren auf; sie sind anfangs Schleimdrüsen und schützen die Schleimhäute, die mit der Luft in Berührung kommen, vor dem Austrocknen. Aus den Schleimdrüsen entwickeln sich die Speicheldrüsen. Der Speichel macht die zerkleinerte Nahrung schlüpfrig und verwandelt vermittelst eines in ihm enthaltenen Fermentes oder Umwandlungsstoffes: Ptyalin, die unlösliche Stärke in lösliches Dextrin (Gummi) und löst gewisse feste Stoffe z. B. Zucker

und Salz ohne weiteres auf. Die Speicheldrüsen fehlen bei Fischen, Amphibien und Waltieren. Bei Vögeln und Säugern unterscheidet man: Unterkieferspeicheldrüsen, Zungenspeicheldrüsen und Ohrspeicheldrüsen. Umgewandelte Speicheldrüsen sind die Giftdrüsen vieler Schlangen.

Magen: Die Fortsetzung des Munddarmes heisst Speiseröhre an diese schliesst sich das erweiterte Endstück des Mitteldarmes, der Magen, an. Die Schleimhautdrüsen sind hier in die Magenschleimdrüsen und die Magensaft- oder Labdrüsen umgewandelt. Der Magensaft enthält freie Salzsäure und das Ferment Pepsin, dieses verwandelt das unlösliche Eiweiss der Nahrung in Peptone, das sind Eiweisstoffe, die im Wasser löslich sind und in die Darmwand eindringen können. Die Salzsäure löst Kalksalze und wirkt der Fäulnis entgegen. Haargefässe in der Magenwand saugen die flüssigen Nahrungsmittel oder die vom Magen gelösten Nahrungsstoffe, wie Salze, Zucker, Peptone auf und führen sie in die Blutgefässe. Bei niederen Fischen, Amphibien, bei Schlangen und Eidechsen verläuft der Magen gerade; bei allen andern Wirbeltieren ist er quer gestellt. Bei den Vögeln gliedert sich der Magen, da Zähne fehlen, in einen Drüsenmagen, der die Stoffe umwandeln hilft, und einen Muskelmagen, der, mit einer Hornschichte bedeckt, die eingeweichte Nahrung zerkleinert; diese Eigenschaften sind bei den Körnerfressern am meisten, bei den Insektenfressern weniger und bei den Raubvögeln am wenigsten ausgebildet. Bei Körnerfressern und auch bei Raubvögeln ist die Speiseröhre zu einem Kopfe erweitert, in dem die Nahrung eingeweicht wird. Bei den Nagetieren ist der Magen gewöhnlich in zwei, bei den Wiederkäuern in vier Abschnitte geteilt (Pansen oder Wanst, Netzmagen, Blättermagen oder Psalter und Labmagen), um viele Pflanzenstoffe, die weniger verdaulich und nahrhaft sind als Fleisch, aufnehmen und verdauen zu können; beim Kamel enthält der Pansen Wasserzellen zur Aufnahme grosser Wassermengen.

Mitteldarm: Vom Magen setzt sich der Darmkanal als Mitteldarm (Zwölffingerdarm und Dünndarm) fort. Er ist in der Regel der längste Abschnitt des Darmrohres und ist in zahlreiche Schlingen gelegt. Bei Pflanzenfressern ist er länger als bei Fleischfressern. Die Bauchhöhle ist von einer Haut, dem Bauch-

fell, überzogen, das längs der Wirbelsäule befestigt ist und auch den Darmkanal umschliesst. Die fettreichen Falten des Bauchfells, das Gekrös oder Mesenterium, verbinden die Darmschlingen unter sich und mit der Bauchwand. An der verschliessbaren Ausgangsöffnung des Magens münden die Bauchspeicheldrüse und die Leber ein, zwei grosse Drüsen, die zu beiden Seiten des Darmes liegen. Die Ausführungsgänge der Leber- und Bauchspeicheldrüse vereinigen sich häufig. Die Bauchspeicheldrüse fehlt nur wenig Fischen. Sie sondern als Sekret den Bauchspeichel ab. Dieser verwandelt Stärke in Zucker, Eiweisstoffe in Peptone, wirkt aber stärker als Ptyalin und Pepsin und hilft bei der Zerlegung, Umwandlung und Bindung der Fette mit. Die Drüsenzellen der Leber scheiden eine braungrüne Flüssigkeit, die Galle, aus, welche durch die dünnen wandungslosen Gallengänge in den Lebergang geführt wird, der in den Darm mündet. Bei vielen Fischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugern bildet der Lebergang einen besondern Blindsack, die Gallenblase, als Reservoir aus. Die Galle führt Eiweisstoffe in Peptone über, verteilt die Fette in feine Tröpfchen, durchtränkt die Darmwände, macht sie — eine tierische Membran lässt keine Fette hindurch — für die Aufsaugung der Fette geeignet und regt den Darm und seine Organe zu den Bewegungen an, die für die Verdauung und Aufsaugung der Nährstoffe nötig sind. Die zahllosen Einstülpungen der innern Darmwand bilden Drüsen, sondern den Darmsaft ab, der auflösend wirkt und vergrössern ausserdem die absondernde und verdauende Fläche. Bei Rochen, Haien, Schmelzschuppen springt eine Längsfalte, die Spiralklappe, in der Darmhöhle vor und bildet viele spiralige Umgänge, und hauptsächlich bei den Knochenfischen bildet der Mitteldarm in der Nähe des Magenpförtners blindsackartige Ausstülpungen; durch beide Einrichtungen wird die aufsaugende Oberfläche der innern Darmwand vergrössert. Die höheren Wirbeltiere besitzen zu gleichem Zwecke zahllose Ausstülpungen der Darmschleimhaut, die Darmzotten. Die durch die Drüsensekrete breiartig umgestaltete Masse der Nahrungsmittel im Darm heisst Speisebrei oder Chymus. Der flüssige Teil des Speisebreis wird als Nährflüssigkeit oder Chylus abgeschieden. Der übrig bleibende unbrauchbare Teil des Speisebreis wird als Fäkalmasse aus dem Körper entfernt.

Aufsaugung der Nährstoffe (Resorption). In der Darmwand verzweigen sich dünnwandige Blutgefäße und Chylusgefäße. Ihre Äste dringen bis in die Spitzen der Darmzotten vor. Manche flüssigen Stoffe dringen durch die Schleimhaut der Zotten und der Darmwand direkt in die dünnwandigen Blutgefäße oder durch die Chylusgefäße nach gewissen Veränderungen indirekt in die Blutbahn ein. Feine Teilchen fester Körper werden von endständigen Zellen, die Fortsätze aussenden, oder von Lymphzellen, welche durch die Wände hindurch die Blut- und Chylusgefäße verlassen und wieder in sie zurückkehren, nach Art der Amöben aufgezehrt und in die Blutbahn übergeführt.

Enddarm: Er ist gewöhnlich weiter als der Mitteldarm und heisst daher auch Dickdarm. Von den Reptilien an tritt am Anfang des Enddarms der Blinddarm auf; bei den Vögeln ist der Blinddarm doppelt vorhanden und kann die Länge des Hauptdarms übertreffen. Bei den Säugern wird der Enddarm durch Einschiebung des Grimmdarms (aufsteigender, querliegender und absteigender Grimmdarm) verlängert; das Ende des Enddarms heisst man Mastdarm. Während der Entwicklung verkümmert der Blinddarm mehr oder weniger; so entsteht der wurmförmige Fortsatz (Nager, Affen, Mensch). Der Enddarm mündet bei allen Wirbeltieren bis zu den Schnabeltieren unter den Säugern mit dem Harnorgan in einen gemeinsamen Raum, die Kloake. Die Drüsen des Enddarms halten die unverdaulichen Reste der Nahrungsmittel, die Fäkalmasse, schlüpfrig, damit sie leichter ausgeschieden werden könne.

Erkrankungen der Verdauungsorgane.

1. **Zahnfäule** tritt ein, wenn der Zahnknochen an einer Stelle blossgelegt wird, so dass gewisse Bakterien in das Knochengewebe eindringen und dasselbe zerstören können. Dies ist der Fall, wenn der Zahn durch Aufbeissen harter Gegenstände, durch raschen Wechsel von kalten und heissen Speisen oder durch Säuren zerstört wird. Speiseüberreste, die zwischen den Zähnen stecken bleiben, werden zersetzt und es entstehen — besonders von stärke- und zuckerhaltigen Überresten — Säuren, die den Schmelz auflösen. Mangel an Zähnen verhindert eine gründliche Verdauung und eine gute Aussprache. 2. **Absolute Ruhe** (Schlafen)

und starke Bewegung verzögern die Verdauung. 3. Kaltes Wasser in grosser Menge, übermässiges Essen veranlassen Entzündungen der Magen- und Darmschleimhaut: Magen- und Darmkatarrh; eine besondere Entzündung des Mastdarms heisst Ruhr. 4. Geschwüre im Magen können die Blutgefässe der Magenwand zerstören, zu Magenblutungen (Blutbrechen) und zur Durchbohrung der Magenwand führen. 5. Wenn der Darm zwischen zwei dicken Stellen der Bauchdecke in einer dünnen Stelle bis unter die Haut tritt, so entsteht ein Darmbruch und der Darminhalt wird in seiner Fortbewegung verhindert. Darmbrüche entstehen durch heftige Anstrengungen des Körpers und durch mechanische Verletzungen. Die Anlage zu Brüchen ist bei vielen vererbt. 6. Cholera und Typhus sind Darmkrankheiten, die durch den Cholerabacillus erzeugt werden. 7. Kirschensteine etc., die sich in den Blinddarm festsetzen, veranlassen sehr gefährliche Entzündungen und Durchbohrungen des Darmkanals: Blinddarmmentzündung. 8. In der Gallenblase können sich harte Massen aus Fett und Gallenfarbstoff abscheiden; diese können die Ausführungsgänge verstopfen und zu Entzündungen, verbunden mit heftigen Schmerzen, Veranlassung geben: Gallenstein. 9. Wird durch Gallenstein oder bei Magen- und Darmkatarrh der Gallengang durch Schleim verstopft, so tritt die Galle ins Blut und es entsteht die Gelbsucht. 10. Entzündung und Anschwellung der Ohrspeicheldrüsen treten zuweilen epidemisch auf: Wochentölpel. 11. Anschwellung und Entzündung der Mandeln heisst man Mandelbräune. 12. Anschwellung und Erhärtung der Schilddrüsen nennt man Kropf. 13. Lymphgefässe und Lymphdrüsen sind häufig der Sitz kurz oder lang anhaltender (akuter oder chronischer) Entzündungen; dem Blut wird dann Chylus in ungenügender Menge und in falscher Mischung zugeführt, was zu allgemeinem Siechtum führen kann.

Pflege der Verdauungsorgane.

Leite auf Grund der gewonnenen Kenntnisse folgende Sätze ab: 1. Man halte Mund und Zähne rein: Ausstochern, Bürsten, Ausspülen und Waschen morgens und abends. 2. Hüte dich vor dem raschen Wechsel kalter und heisser Speisen; vermeide auflösende Stoffe und das Zerbeißen von Nüssen und anderen harten Gegenständen. 3. Lasse die erkrankten Zähne vom Zahnarzt

behandeln; Ausfüllen etc. 4. „Gut gekaut ist halb verdaut.“ 5. Halte den Magen und Darm (Unterleib) warm. 6. Verschlucke keine scharfen, spitzen, unverdauliche Stoffe: Zwetschgen- und Kirschensteine etc. 7. Vermeide sehr scharfe, saure und giftige Stoffe. 8. Wähle nach dem Nährwert eine richtige hinreichende Nahrung aus. 9. Sei regelmässig, einfach und mässig in den Mahlzeiten. 10. Befördere die Verdauung durch Bewegung im Freien. 11. Vermeide die den Magen und die Gedärme einengende Kleidung (Gürtel, Schnürleibchen etc.). — Bei Vergiftungen erzeuge man das Erbrechen (Kitzeln des Schlundes mit einer in Öl getauchten Feder, Seifenwasser trinken, Salz, Tabak auf die Zunge streuen) und gebe fortgesetzt Essigwasser, Kaffee, Milch, Eiweiss, schleimige Getränke (Leinöl) zu trinken.

Atmung und Atmungsorgane.

Beobachtungen und Versuche: 1. Stelle ein Kerzenlicht auf einen Teller mit einer Wasserschicht und stülpe ein Cylinderglas darüber. Das Licht löscht aus; das Wasser hat das untere Fünftel des Glases erfüllt. a) Die Luftart, die verschwunden ist und das Verbrennen unterhalten hat, heisst man Lebensluft oder Sauerstoff. b) Die Luftart, in der das Licht erstickt, heisst Stickstoff. — Bringe kohlenensäurehaltiges Wasser in Kalkwasser: Es trübt sich; die gelöste Kalkerde verbindet sich mit der Kohlensäure zu unlöslicher kohlenaurer Kalkerde oder Kalkstein. Kalkwasser mit Luft geschüttelt trübt sich ebenfalls. c) Die Luft enthält also auch Kohlensäure. Die Luft ist also ein Gemisch von Stickstoff (etwa 79 %), Sauerstoff (etwa 21 %) und etwas Kohlensäure (etwa $\frac{4}{10000}$). 2. Atme in ein Glas mit Kalkwasser, es trübt sich: Wir atmen Kohlensäure aus. 3. Die Einatmung von Leuchtgas, Kohlenoxydgas, Kohlensäure führt den Tod herbei: wir haben den Sauerstoff der atmosphärischen Luft nötig. 4. Kohlensäure entsteht beim Verbrennen: Kohlenstoff und Sauerstoff verbinden sich unter Wärmeentwicklung zu Kohlensäure. Kohlenstoff ist auch in dem Fett und Eiweiss der Gewebe enthalten; er verbindet sich ebenfalls mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure = Gewebeatmung oder innere Atmung. 5. Atme gegen eine kalte Glasplatte (Fensterscheibe): Wir atmen Wasserdampf aus. 6. Wasser (und ebenso das Blutwasser) saugt Kohlensäure auf (Sodawasser). Geglühte Kohle, an die Luft gelegt, wird schwerer; sie saugt Gase auf, ebenso die Blutkörperchen den Sauerstoff (Aufsaugung oder Absorption). Bringe eine fest zugebundene Schweinsblase mit Zuckerlösung in ein Gefäss mit reinem Wasser; bald schmeckt dieses süss: Flüssigkeiten und Gase dringen durch dünne Häute, also auch durch die Haargefässe in der Lunge und im Körper hindurch (Durchlässigkeit oder Osmose). 7. Halte die Hand beim Ein- und Ausatmen vor den Mund und dann an die Brust; der Brustkasten hebt und erweitert sich; daher strömt (sauerstoffreiche) Luft ein

= einatmen. Er senkt und verengt sich, daher wird die kohlensäurereiche Luft ausgestossen = ausatmen. 8. Bei schnellem Gehen und im Fieber atmet man schneller; die Temperatur des Körpers steigt: durch Atmung wird also Wärme erzeugt. — Bei zu grosser Wärmeabgabe sterben Menschen, Tiere und Pflanzen; Wärme ist also für die Lebensvorgänge nötig. Bei der Gewebeatmung verbinden sich der Kohlenstoff in den Geweben mit dem durch die Luft zugeführten Sauerstoff zu Kohlensäure und der Wasserstoff mit dem Sauerstoff zu Wasser. Die Atmung ist also ein Verbrennungsprozess (Oxydation); dabei entsteht die für die Lebensprozesse nötige Wärme; die Verbrennungsprodukte: Kohlensäure und Wasser werden in der Atemluft gasförmig aus dem Körper ausgeschieden. Wir wollen nun die Einrichtungen kennen lernen, durch die der Sauerstoff dem Körper zugeführt und die Kohlensäure aus demselben entfernt wird.

Wirbellose Tiere.

Ur- und Hohltiere: Die äussere Haut, die Körperdecke nimmt den Sauerstoff aus dem Wasser auf und giebt die Kohlensäure an dasselbe zurück. Neues Atemwasser und damit neue Luft wird vielfach durch die Bewegung der Wimpern, der Geisseln, Tentackeln herbeigeführt. Bei den Hohltieren dient das Wasser, das in das Innere dringt, jedenfalls nicht bloss als Nähr- sondern auch als Atemwasser.

Würmer: Bei Saugwürmern, Strudelwürmern, vielen Ringelwürmern und bei den als Parasiten lebenden Würmern findet der Gasaustausch durch die ganze Oberhaut statt: Hautatmung. Höhere Ringelwürmer besitzen Kiemen; sie sitzen als Anhangsgebilde an jedem Körpersegmente oder tentackel- und fühlerartig am Kopfe. Bei den Moostierchen dienen Tentackeln als Atmungsorgane, bei den Manteltieren der gitterförmig durchbrochene Vorderteil des Darms, durch den das Wasser in einen Sack fliesst, der besonders oder gemeinschaftlich mit dem After nach aussen mündet; bei den Salpen ist das Gitternetz in ein Kiemenband umgewandelt.

Stachelhäuter: Die Körperdecke ist fest und nicht mehr als Atmungsorgan geeignet; die Atmung besorgen 1. das Wassergefässsystem, das den ganzen Körper durchzieht und neben dem Gasaustausch die Ortsbewegung vermittelt. 2. Die Wasserlungen der Seewalzen, die als Blindschläuche in den Enddarm münden und Wasser aufnehmen und ausstossen. 3. Die Hautkiemen, welche bei Seesternen als einfache und bei den Seeigeln als ver-

Erklärung zu Tafel VI.

—

1. Querschnitt durch einen Ringelwurm. *rm* Ringmuskeln. *lm* Längsmuskeln. *tm* Transversalmuskeln rechts und links. *rg* Rückengefäss. *bg* Bauchgefäss. *bm* Bauchmark. *sk* Segmentalkanal. *b* Borsten an Muskeln befestigt. *k* Kiemen. Siehe auch Tierkunde 11. Taf., 2.

2. Rudertiere. *l* Lappen mit kreisförmig gestellten Wimpern. *schl* Schlundganglion. *a* Augen. *m* Mund. *d* Darm. *w* Wassergefässsystem mit der Atemblase *ab*. Körper schwach gegliedert.

3. Moostierchen (Einzelwesen). *gh* Gehäuse. *hm* Hautmuskelschlauch. *k* Kragen, in den sich der Vorderteil zurückziehen kann. *t* Tentakeln. *m* Mund. *ma* Magen. *a* After. *kh* Körperhöhle (Polypen!). *g* Ganglion.

4. Seescheide. *b* Einfuhröffnung. *k* Kiemensack. *m* Magen. *af* After. *a* Ausfuhröffnung. *h* Herz.

5. Salpe. *b* Einfuhröffnung. *k* Kiemenband. *af* After, wie der Mund seitlich an der Körperwand. *m* Fassreifenförmige Muskeln. *g* Ganglien.

6. Armfüsser. *a* Die beiden Arme, der eine zusammen-, der andere auseinandergerollt: in der Nähe des Mundes ihre Öffnung. *ma* Magen mit Leber *l*. *af* Blinder After. *m* Mantel. *mk* Muskel zum Öffnen und Schliessen der Schalen.

7. Tracheensystem eines Insekts. *trs* Tracheenstamm. *st* Stigmen, Öffnungen der Luftröhre. *lb* Luftkammern.

8. Tracheenkiemen der Eintagsfliege *tk*. *trs* Tracheenstamm. *b* Schwanzborsten.

9. Tracheenlunge.

10. Querschnitt durch eine Muschel. *b* Schlossband. *s* Schale. *m* Mantel. *ik* innere, *ak* äussere Kiemen. *f* Fuss. *d* Durchschnitt durch den Darm an verschiedenen Stellen. *l* Leber. *h* Herz, vom Darm durchbohrt. B. Bojanus'sches Organ (Niere).

11. Lanzettfisch (Längsschnitt). *n* Nervenstrang. *ch* Chorda. *g* Blutgefäss. *m* Mund. *k* Kiemenspalten und dazwischen Blutgefässäste. *a b* Öffnungen zur Abfuhr des Atemwassers. *a* After. *s* Schwanzflosse.

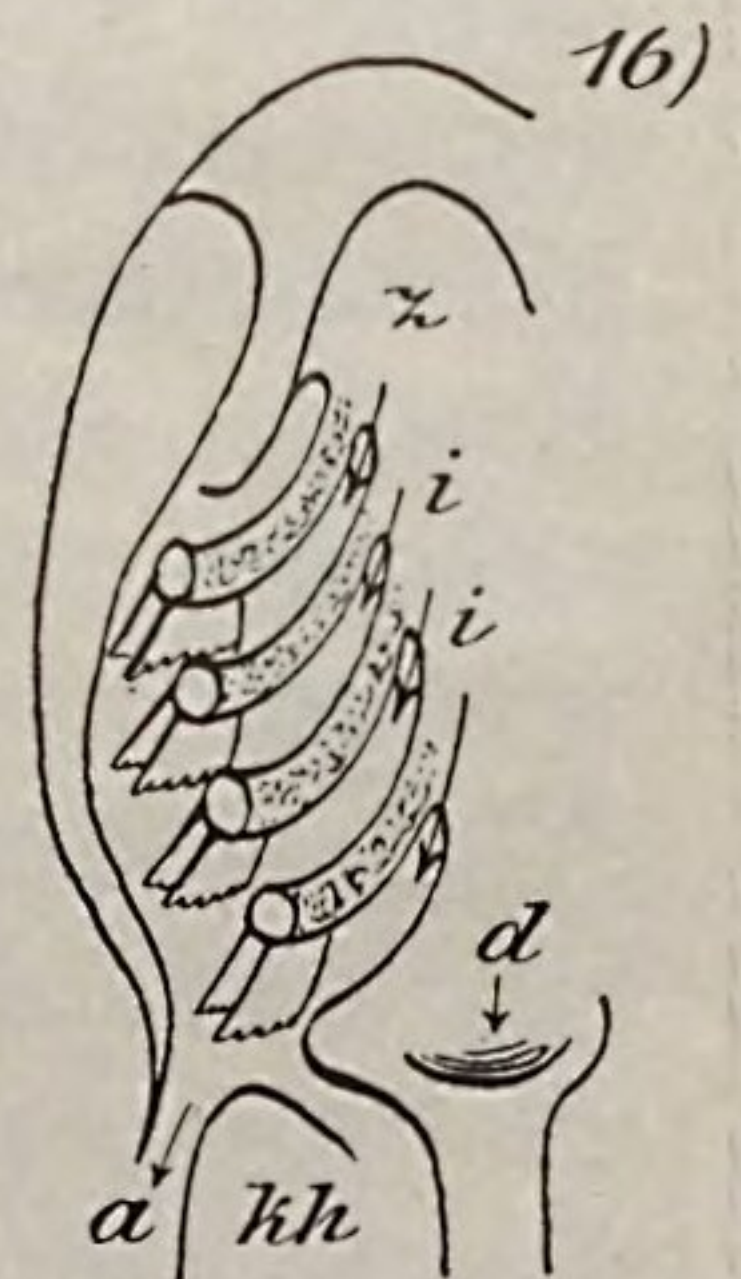
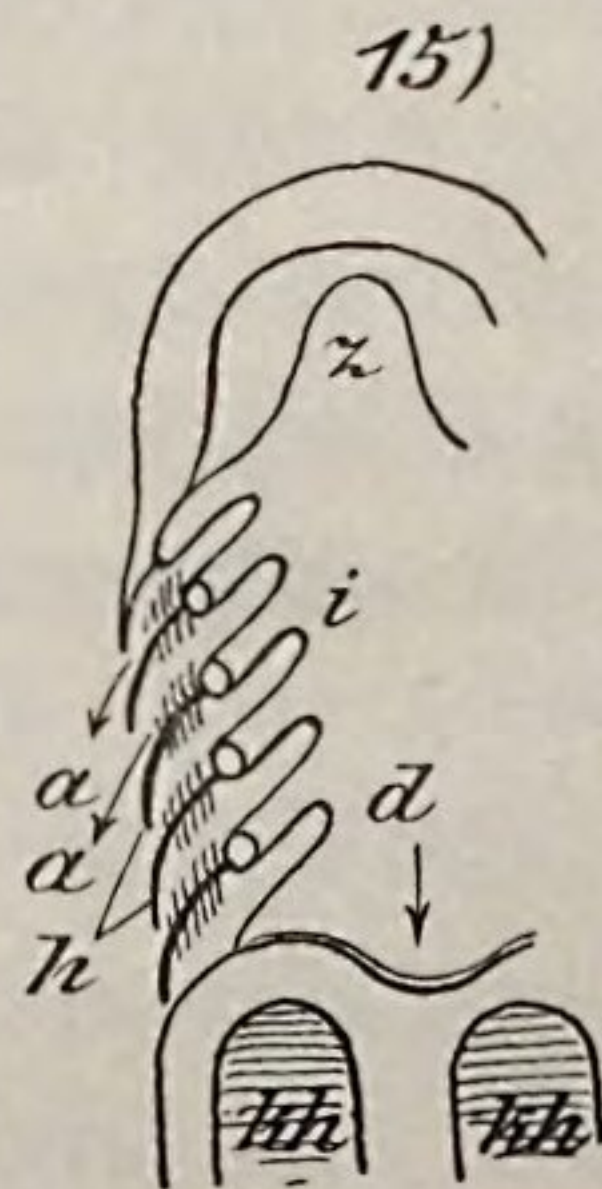
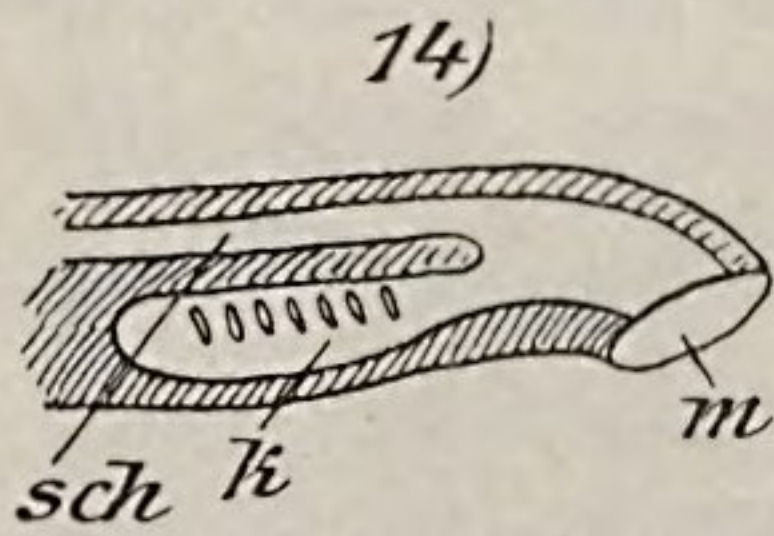
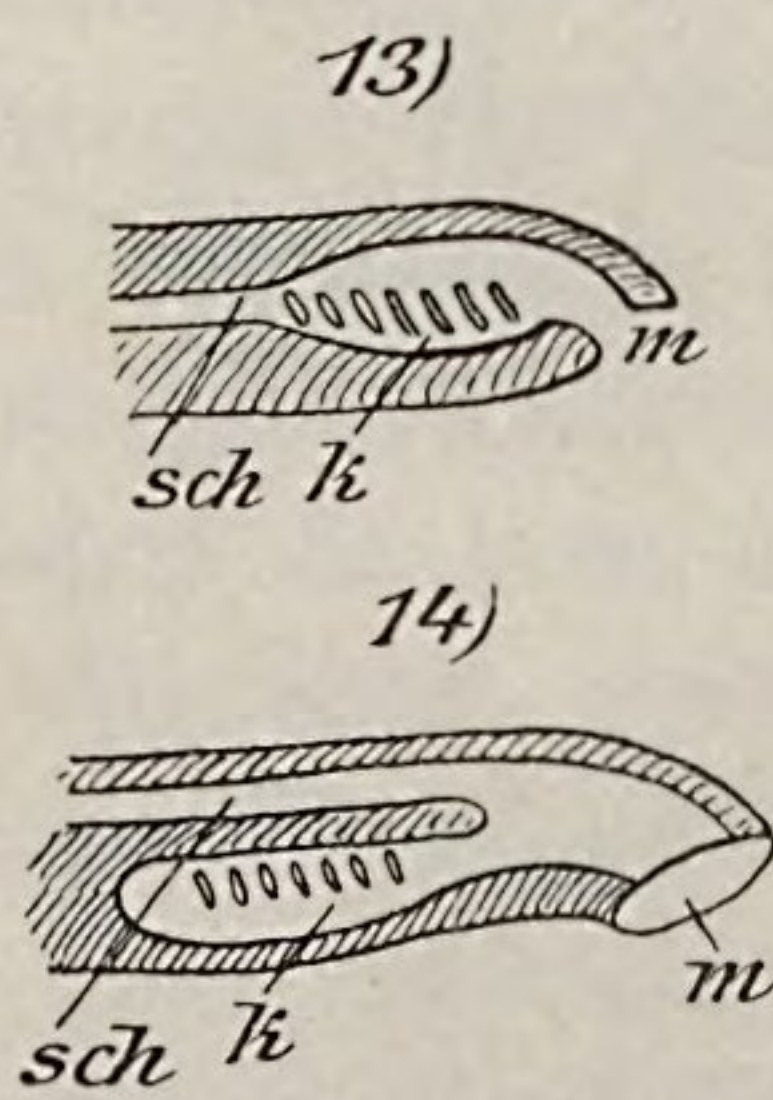
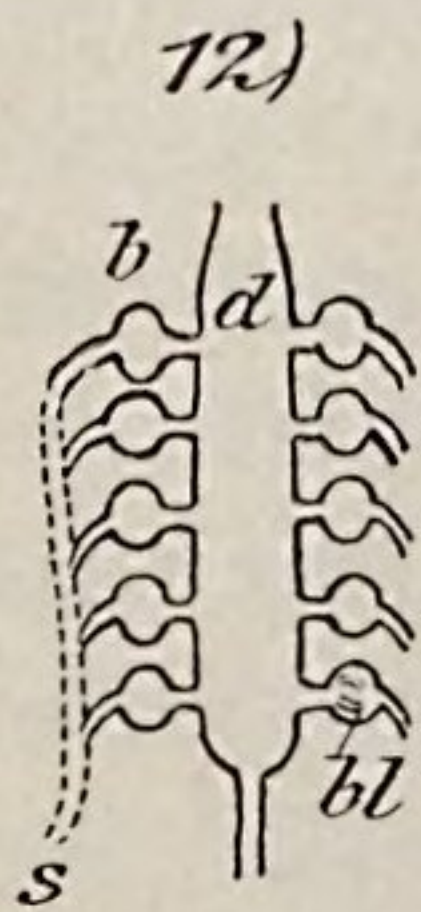
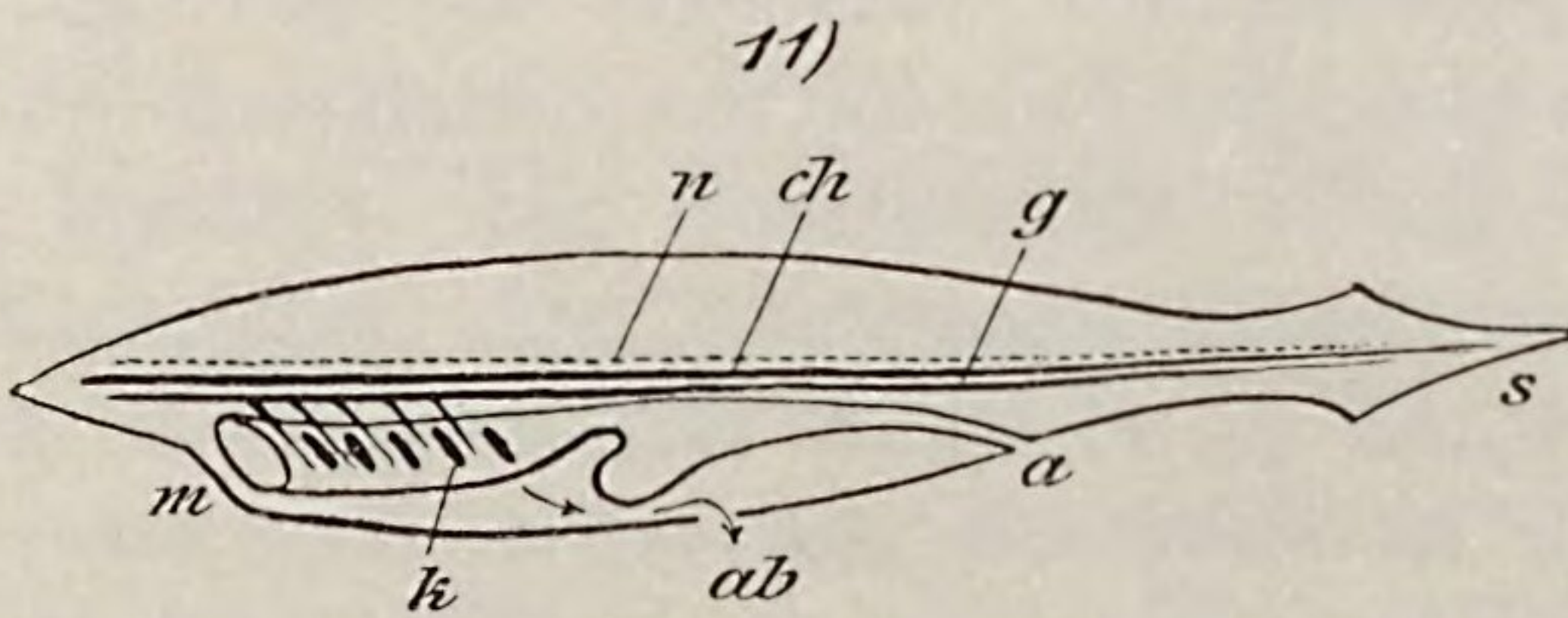
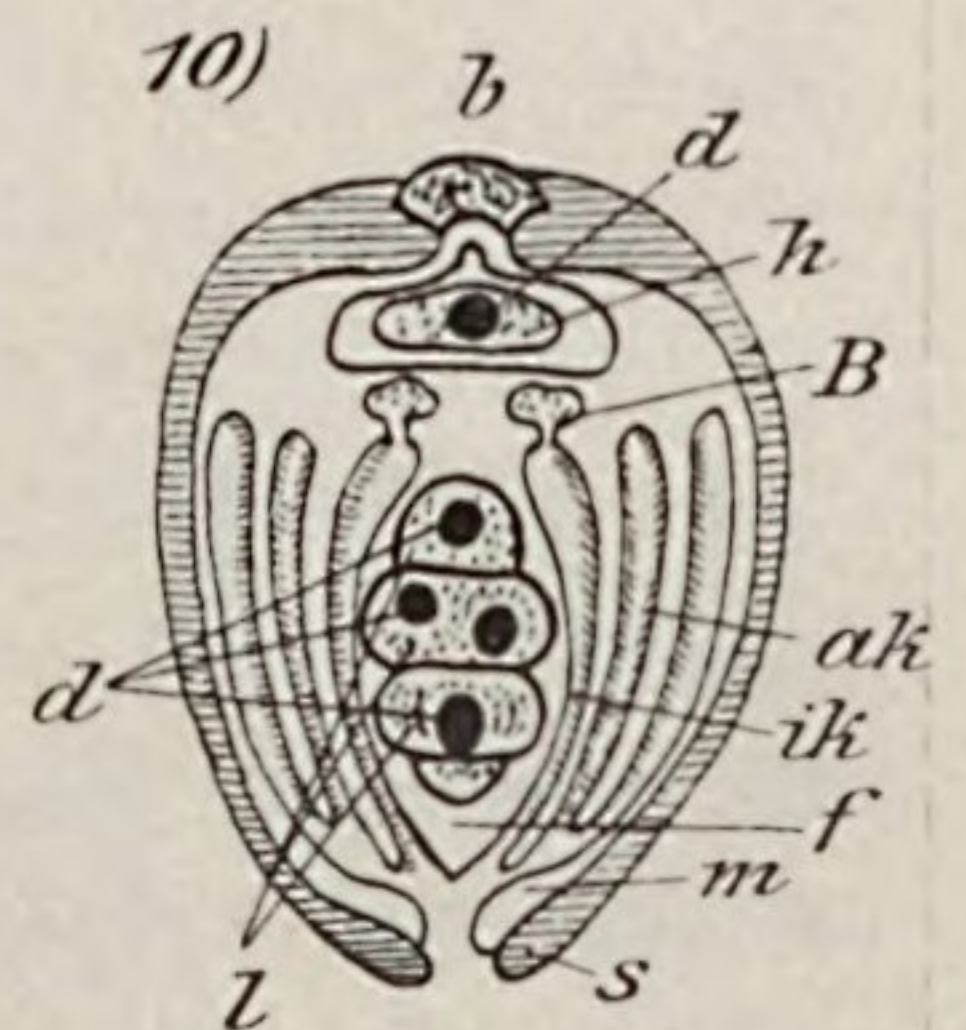
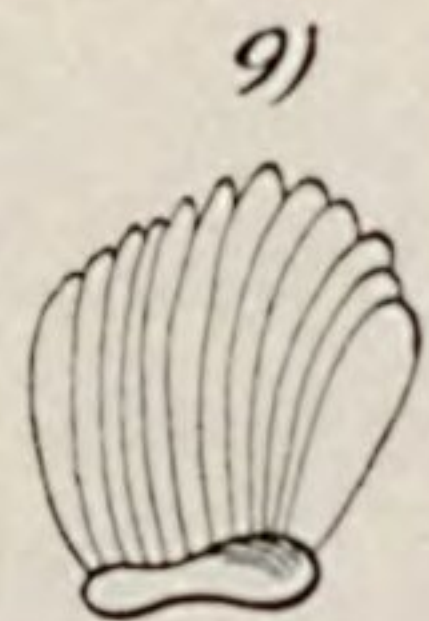
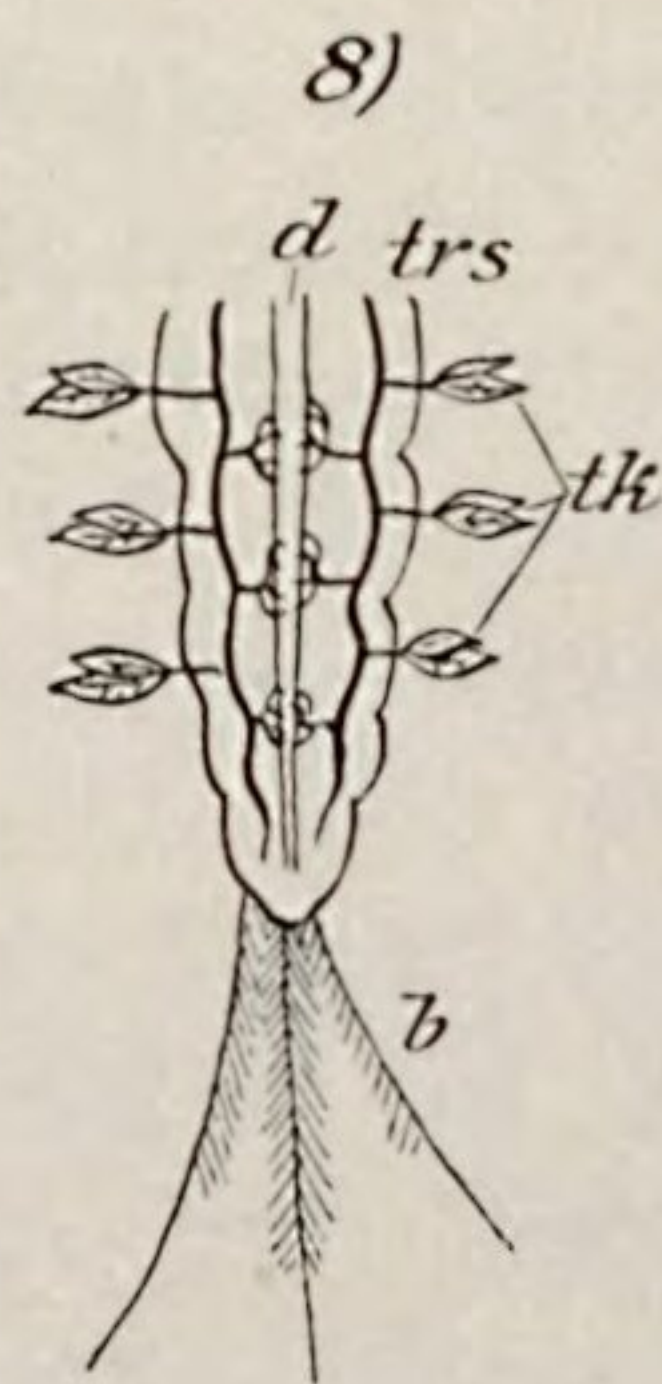
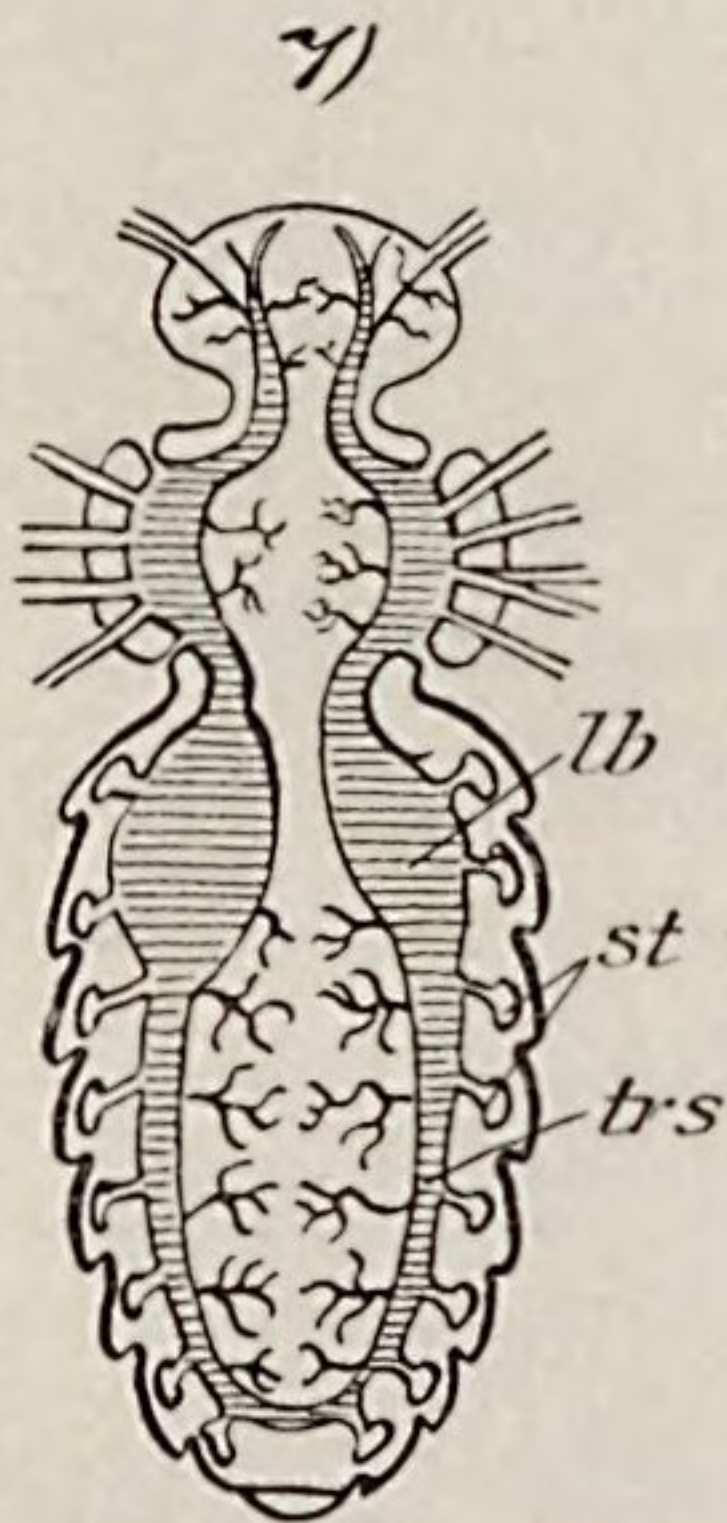
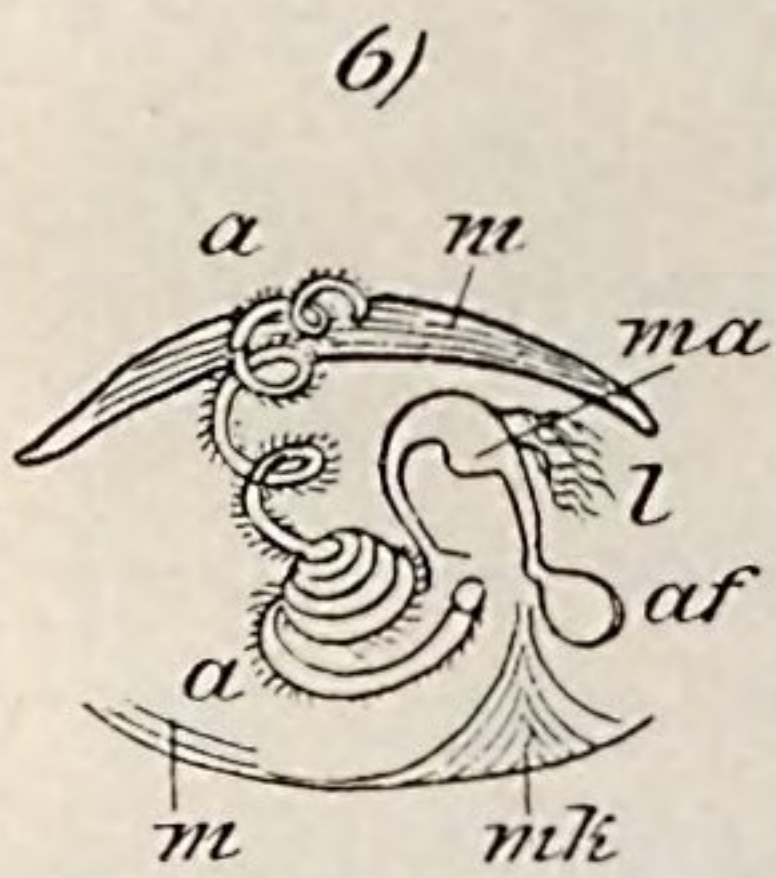
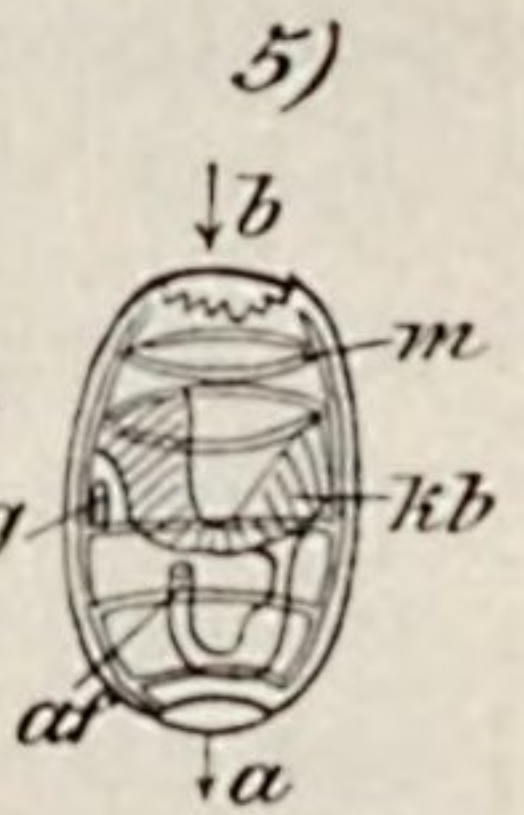
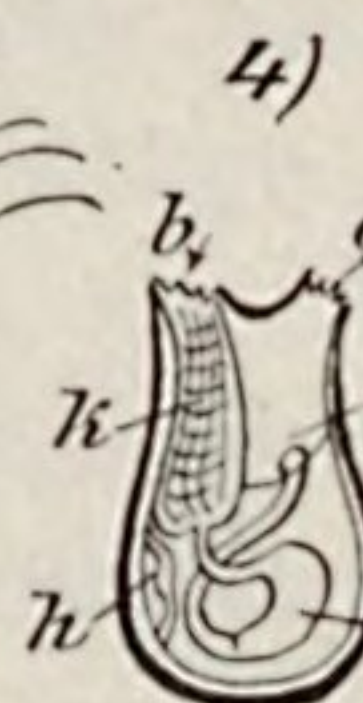
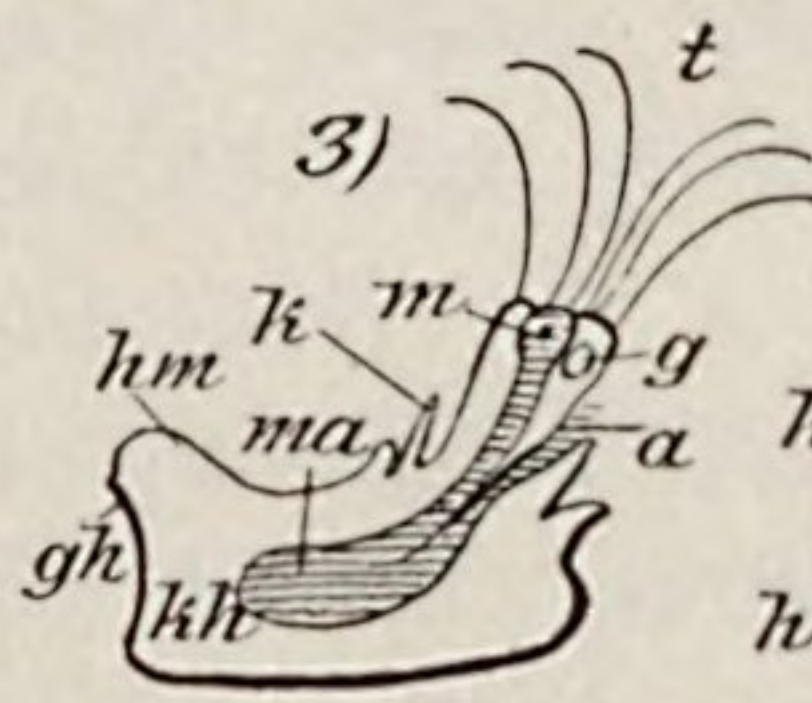
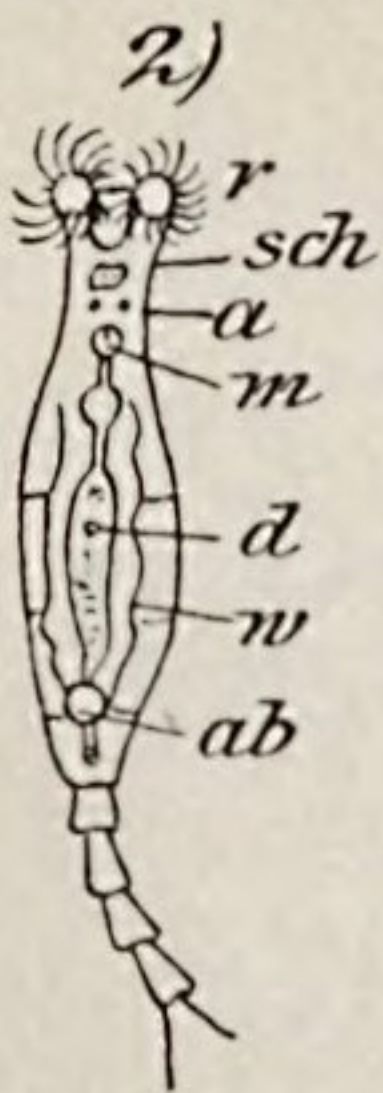
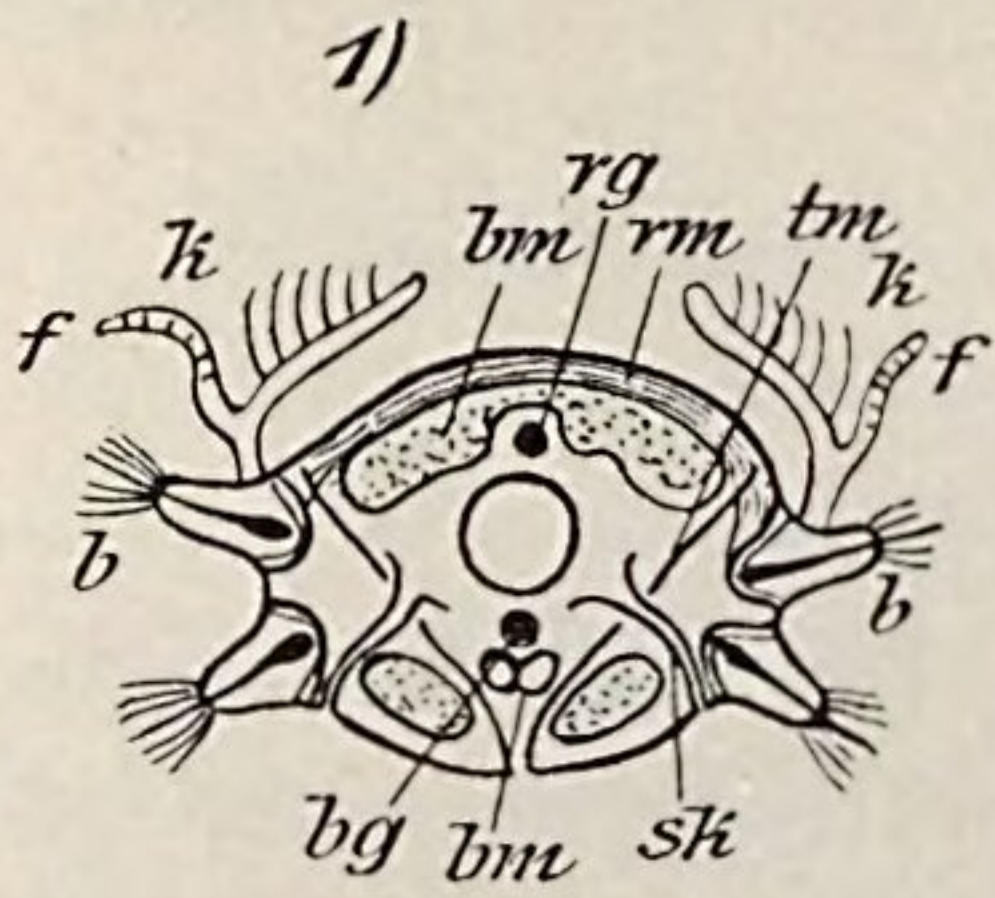
12. Kiemenapparat der Rundmäuler (Myxine oder Inger.) *b* Kiemenbeutel mit den Kiemenblättchen *bl* und den 7 innern und äussern Kiemenöffnungen. *d* Kiemendarm (vorderer Teil des Darmes). *s* Sammelgang für alle äusseren linken Kiemenöffnungen, bildet sich erst später aus. Er mündet mit einer Öffnung an der Hautoberfläche. Bei dem Neunauge hingegen sind die inneren Kiemenröhrchen links und rechts gewöhnlich zu einem Sammelgang vereinigt, der mit dem Darm verbunden ist, während 7 äussere Röhren auf der Hautoberfläche münden.

13 und 14. Durchschnitt durch den Kopf von Amocötes und Neunauge. *m* Mund. *k* Kiemendarm mit den innern Kiemenöffnungen. *sch* Schlund. Beim Neunauge ist der Kiemenkorb als Blindsack vom Darm abgezweigt.

15. Kiemendarm eines Haifisches (horizontaler Durchschnitt). *z* Zunge auf dem Mundboden. *d* Darm und Eingang in den Schlund. *i* innere, *a* äussere Kiemenspalten. *h* Zwischenstücke zwischen den Spalten, mit Kiemenstrahlen. *kh* Körperhöhle.

16. Kiemendarm eines Knochenfisches; nur ein Weg nach aussen, vom Kiemendeckel bedeckt.

Tafel VI.



ästelte Blindschläuche auf der äusseren Körperwand zerstreut stehen.

Gliedertiere: Für die Wasseratmung (der Krustentiere) wandeln sich die Gliedmassen (Asseln) oder Anhänge der Gliedmassen (Schalenkrebse) in Kiemen um; sie sind geeignet, in leichter Weise für die Zufuhr neuen Atemwassers zu sorgen. Für den Aufenthalt auf dem Lande ist bei Landkrabben der die Kiemen bedeckende Brustpanzer schwammartig gestaltet, und bei Asseln sind die Kiemenblättchen durch Deckstücke der vorderen Hinterleibsringe gegen Verdunstung geschützt.

Für die Luftatmung (Spinnen, Tausendfüsser, Insekten) stülpt sich die äussere Haut nach innen und bildet die Luftröhren oder Tracheen. Die Tracheenhauptstämme erweitern sich zu den Tracheenblasen, in denen sich die Luftvorräte ansammeln, verzweigen sich baumartig, durchziehen alle Gewebe und umspinnen fein verzweigt die einzelnen Zellen. Der ganze Körper stellt eine Lunge dar. Der Gasaustausch findet also bei diesen Tieren in den Geweben direkt statt, während er bei allen übrigen Tieren durch das Blut vermittelt wird. Die Eingangsöffnungen der Tracheen, die Stigmen, haben verschiedenartige Verschlusseinrichtungen (Häute, Reusen), um Staub, Schmarotzer etc. fern zu halten oder um Töne zu erzeugen. Die Luftröhren sind durch eine Chitinhaut ausgekleidet, auf der als Verdickung eine elastische Spirale sich hinzieht. Der Gasaustausch erfolgt durch Bewegungen des Hinterleibs. Der Hautmuskelschlauch des Hinterleibs erweitert sich; die äussere Luft dringt in die Luftröhren ein, und kohlenensäurereiche Luft strömt aus der Brust in den Hinterleib. Verengert sich der Hinterleib, so erfolgt der umgekehrte Vorgang. Bei vielen Spinnen sind die Tracheen nicht mehr röhrenförmig und in allen Teilen des Körpers verzweigt, sondern taschenförmig und in Bündel mit gemeinsamen Eingangsöffnungen zusammengestellt; daher werden sie vom Blut umspült, das hier den Gasaustausch in den Geweben vermitteln muss. Solche Atmungsorgane heissen Tracheenlungen. Im Wasser lebende Luftatmer nehmen an den Haaren (Wasserspinnne) oder unter den Flügeldecken (Schwimmkäfer) Luft mit ins Wasser, oder die Stigmen tragen Atemröhren, die über das Wasser in die Luft gestreckt werden (Wasserskorpion, Larve der Schlammfliege und

der Stechmücke), oder die Tracheen münden nicht in die Stigmen nach aussen, sondern verlaufen in platten- oder fadenförmige Anhängen, in denen sie ein zweites Tracheennetz bilden, durch dessen Wände hindurch gewöhnlich der Gasaustausch stattfindet. Diese Atmungsorgane heissen Tracheenkiemen. Bei den niederen Formen mit dünner Körperdecke ist auch die Hautatmung von Bedeutung.

Weichtiere: Die meisten sind Wasserbewohner mit plumpem Körper; sie haben daher meist äussere Kiemen; das Walfischaas, ein kleineres Weichtier, ist ein Hautatmer. Bei den Hinterkiemern stehen die Kiemen frei auf der Körperoberfläche, bei den Muscheln, Tintenfischen, Schnecken werden sie vom Mantel bedeckt. Die Muscheln haben stets vier, die Tintenfische gewöhnlich zwei Kiemen, die Vorderkiemer meist nur eine Kieme. Die Gestalt der Kieme ist verschieden. Bei den Muscheln wird das Atemwasser durch flimmernde Wimpern des Mantelrandes oder durch Siphonen zugeleitet, die durch röhrenartige Verwachsung der Mantelränder zustande kommen. Die Landbewohner haben keine Kiemen, sondern unter dem Mantel eine Höhle, die von einem Gefässnetz ausgekleidet ist und durch das Atemloch mit der äusseren Luft in Verbindung steht. Man nennt ein solches Atmungsorgan Lunge.

Wirbeltiere und Mensch.

Fische: Der Vorderdarm des Lanzettfischchens ist an beiden Seiten von zahlreichen Spalten durchbrochen. Das Atemwasser wird vom Mund aus durch die Darmspalten hindurchgepresst; es sammelt sich dann in einem unter der Haut verlaufenden Kanal, der vor der Afteröffnung am Hinterleibe nach aussen mündet. Bei den Rundmäulern findet man an Stelle der Darmöffnungen Röhren, und zwar mehrere (Mixine) oder nur eine einzige, die sich verzweigt (Neunauge). Diese Röhren oder ihre Äste erweitern sich zu Säckchen, in denen Kiemenblättchen liegen, und führen dann einzeln (Neunauge) oder durch eine gemeinsame Öffnung (Mixine) nach aussen. Bei Rochen und Haien besitzt der Vorderdarm 6 Spalten; sie münden in ebensoviele Hohlräume, die selbst wieder in je einer Spalte an der Körperdecke nach aussen münden. Die Wände der Kanälchen werden von den

Kiemenbogen und den daran sitzenden Doppelreihen von Kiemenblättchen gebildet; die vordere Kiemenspalte wird vielfach als Spritzloch benutzt.

Bei den Knochenfischen sind die äusseren Spalten nicht mehr durch Stücke der Körperwand, sondern nur durch die Kiemenbogen und die Doppelreihe der Kiemenblättchen getrennt; um die frei liegenden Kiemen zu schützen, wölbt sich der Kiemendeckel darüber. Durch Schluckbewegung wird das Atemwasser in den Darm aufgenommen und zwischen den Kiemenblättchen hindurch nach aussen gepresst. Bei den in Sümpfen lebenden Lungenfischen führt ein Luftgang vom Vorderdarm nach den Schwimmblasen, in denen sich ein Netz von Blutgefässen ausbreitet (Schnecken), so dass diese Fische durch die Schwimmblase wie mit einer Lunge atmen können, wenn die Sümpfe zur heissen Zeit austrocknen. Bei den Lungenfischen durchbohrt die Nasenöffnung zum ersten Mal den Gaumen, um einen Luftweg nach dem Vorderdarm herzustellen.

Amphibien: Der Luftgang der Lungenfische wird hier zu einer kurzen, von Knorpeln gestützten Luftröhre, die sich in zwei Äste, die Bronchien, teilt. Die Gefässe in den Lungenwänden vermehren sich; die Oberfläche wird vergrössert; die Wände bilden breite Einstülpungen, an denen sich wieder kleinere Falten bilden. Die Luft wird bei geschlossenem Mund verschluckt und in die Lungen gepresst. Bei den schwanzlosen Lurchen bildet sich ein Ringknorpel und über diesem ein aus zwei Schalenhälften bestehender Stellknorpel, zwischen dem sich elastische Bänder ausspannen, die in Schwingung versetzt werden können und einen Schall erzeugen. Durch Schallblasen, die vom Grunde der Mundhöhle ausgestülpt werden, kann der Schall verstärkt werden.

Reptilien: Die Lunge entsteht bei den Reptilien wie bei den Amphibien. An der Luftröhre kann man einen vordern, Kehlkopf genannten Teil, von einem hintern, durch Ringknorpel gestützten Teil, unterscheiden. Bei den Schlangen mündet die Luftröhre weit vorn unter der Zunge, und der hintere Teil der Lunge dient als Luftreservoir. Durch Bewegung der Rippen, durch welche die Brusthöhle und die Hohlräume der Lunge abwechselnd erweitert und verengt werden, wird die Luft eingeführt.

Vögel: Bei Schildkröten, Krokodilen, Vögeln und Säugern steigert sich das Bedürfnis nach Gasaustausch immer mehr; daher muss die Fläche, die den Gasaustausch vermittelt, immer grösser werden: die Luftröhre verzweigt sich daher baumartig in unzählige Äste und Zweige, und diese endigen in traubenförmig zusammengestellten, sehr kleinen Bläschen, den Lungenbläschen. Diese werden von einem Netze haarfeiner Blutgefässe, dem Haargefässnetz, umspinnen. Die Lunge der Vögel sendet Fortsätze, die Luftsäcke, in die Brust, in den Bauch, unter die Haut, ja in die Knochen. Sie dienen jedenfalls als Luftvorratskammern, da die Lungen klein sind und sich nur wenig ausdehnen können. Die Luftröhre beginnt mit einem langen Spalt am Grunde der Zunge. Der Kehlkopf kann keine Stimme erzeugen, dagegen hat sich da, wo die Luftröhre sich in die Bronchien teilt, der Singmuskelapparat, der untere Kehlkopf, entwickelt; das sind zwischen den Knorpeln befestigte seitliche Bänder, die durch eine reiche Muskulatur in verschiedenartige Spannung und Schwingung versetzt werden können. Das Ein- und Ausatmen wird durch Heben und Senken der Rippen herbeigeführt; die Luftsäcke werden erweitert und verengt, und dadurch wird ein Luftstrom in den wenig dehnbaren Lungen unterhalten.

Säugetiere und Mensch: Am oberen Ende des Schildknorpels entwickelt sich ein löffelförmiger Ansatz, der Kehldeckel, welcher beim Schlucken von Speisen und Getränken niedergedrückt wird und die Luftröhre verschliesst. Zu dem Ringknorpel und den Stellknorpeln (Giessbeckenknorpel) des Kehlkopfes tritt noch der Schildknorpel. Der Ringknorpel hat die Form eines Siegelrings; die Platte ist hinten. Auf ihm steht der vorn scharfkantige Schildknorpel, der sich nach vorn beugen kann und durch zwei Arme mit dem Zungenbein in Verbindung steht. Die Stellknorpel sind um eine senkrechte Achse auf den hinteren Rand des Schildknorpels drehbar. Zwischen beiden ist der Eingang in die Luftröhre. Zwischen den beweglichen Knorpeln sind quer durch den Hohlraum der Röhre Schleimhautfalten, die Stimmbänder, ausgespannt, die durch einen Luftstrom in Schwingung versetzt werden. Durch Neigung der Schildknorpel nach vorn werden die Stimmbänder gespannt, durch Drehung der Stellknorpel genähert und entfernt und so die Stimmritze erweitert oder verengt. Von der Länge, Dicke, Spannung der Stimmbänder u. s. w. hängt

die Höhe des Tones ab. Im 14. oder 15. Lebensjahr verlängern sich die Stimmbänder, die Stimme wird verändert (Stimmwechsel oder Mutieren), bei den Mädchen weniger als bei den Knaben. Die Mädchenstimme wird zum Sopran oder Alt, die Sopran- oder Altstimme der Knaben zum Tenor oder Bass. Bei der Kopf- oder Fistelstimme schwingen hauptsächlich die Organe der Mund- und Nasenhöhle, bei der Bruststimme auch die Luft der Brust und die Brustwandung mit. Durch bestimmte Stellungen der Zunge, der Zähne, der Lippen werden die verschiedenen Laute erzeugt. Erzeuge die Laute a, o, l, m, k etc. und gieb dabei die Stellung der Sprachorgane an! Der Kehlkopf stellt eine Zungenpfeife dar: Fuss (Lufttröhre), Zunge (Stimmbänder), Schallbecher (Rachen- und Mundhöhle), Blasebalg (Lunge). Weise nach, dass diese Zungenpfeife höchst vollkommen eingerichtet ist!

Der Mensch verringert durch die Atmung den Sauerstoff um etwa $\frac{1}{5}$ seines Volumens und vermehrt die Kohlensäure um das Hundertfache; er braucht in 24 Stunden nicht weniger als etwa 2 kg Sauerstoff, dagegen nur etwa 600 g Eiweiss, Fett und Kohlenhydrate. Die Fläche, die den Austausch der Gase besorgt, ist daher beim Menschen und bei den Säugetieren durch die feine Verzweigung der Lufttröhrenäste und durch die Ausbildung der Lungenbläschen sehr gross. Beim Menschen beträgt die Oberfläche der Lungenbläschen etwa 90 qm, und die Blutkörperchen, die den Sauerstoff in den Wänden der Lungenbläschen aufnehmen, fortführen und an die Gewebe abgeben, besetzen eine Oberfläche von etwa 2800 qm.

Die Lungenbläschen sind elastisch; sie werden durch die hineingepresste Luft erweitert. Lässt aber der Druck nach, so verengen sie sich vermöge ihrer Elastizität und treiben die Luft wieder heraus. Das Brustfell, das die Brusthöhle auskleidet, legt sich von oben über die Lunge und schliesst sie ein. Die beiden aufeinander liegenden Blätter des Brustfells liegen so fest aufeinander, als ob die Lunge direkt an die Brustwand angewachsen wäre. Durch die Zwischenrippen- und Brustmuskeln können nun die Rippen und das Brustbein etwas gehoben, der Brustkorb und die daran befestigten Lungensäcke erweitert werden. Zudem kann das Zwerchfell, das sich schlüsselförmig nach oben wölbt, abgeflacht werden, so dass sich die Brusthöhle auch nach unten vergrössern kann. In der Nasenhöhle wird die

Atemluft vorgewärmt und durch Haare und Schleimhäute von Staub u. dergl. befreit.

Bei dem Atmen heben sich Brustbein und Rippen, das Zwerchfell senkt sich, die Brusthöhle vergrössert sich, und die Lungensäcke dehnen sich aus wie ein Blasebalg. Die Luft dringt nun in den luftverdünnten Raum ein; sie strömt durch die Nasenhöhle, den Nasen- und Mundkanal, die Mundhöhle, die Luftröhre und durch die Bronchien und ihre Verzweigungen bis in die Lungenbläschen. Der Sauerstoff der Luft dringt durch die dünnen Bläschenwände in die Haargefässe hindurch und wird von den roten Blutkörperchen absorbiert; das Blut färbt sich hellrot. Es wird in das Herz zurückgebracht und von hier in alle Gewebe des Körpers getrieben. Hier wird der Sauerstoff abgegeben und mit dem Kohlenstoff und dem Wasserstoff zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Die Kohlensäure dringt aus den Geweben durch die Wände des Haargefässnetzes in das Blut und wird von der Blutflüssigkeit absorbiert; das Blut färbt sich dunkelrot. Es sammelt sich, wird zum Herzen zurückgeführt und von da in die Haargefässe der Lunge zurückgeleitet. Der Kreislauf des Blutes und der Austausch der Gase in der Lunge und in den Geweben beginnt jetzt von neuem.

Erkrankungen der Atmungsorgane.

1. Bei Kehlkopfkatarrh sondern die Schleimhäute wie bei allen Katarrhen Schleim ab. 2. Bräune oder Kroup ist eine Entzündung, bei der eine gerinnende Flüssigkeit abgesondert wird; diese bildet Häute, die die Luftwege verengen und gefährliche Erstickungsanfälle herbeiführen. Ähnlich ist es bei der Diphtheritis, die der Diphtheritispilz erzeugt; er vergiftet das Blut. 4. In hohem Alter oder bei zu grosser Anstrengung (Bergsteigen) dehnt sich die Lunge häufig übermässig aus; es zerreißen viele Lungenbläschen, die Lunge verliert ihre Elastizität, es entsteht Atemnot, Asthma. 5. Bei der Lungenentzündung sondern die Bläschen eine gerinnende Flüssigkeit ab, welche die Bläschen verstopft und das Atmen in den entzündeten Teilen unmöglich macht. 6. Bei der Lungenschwindsucht entstehen durch den Tuberkelpilz Entzündungen und Eiterungen, durch die häufig Blutspeien, Blutsturz und grosse Höhlen entstehen.

Pflege der Atmungsorgane.

Leite auf Grund der gewonnenen Kenntnisse folgende Sätze ab: 1. Sei stets für eine sauerstoffreiche, staub- und rauchfreie Luft besorgt (fleissiges Lüften, Reinhaltung der Wohn- und Arbeitsräume, Spaziergänge in Feld und Wald). 2. Hüte dich vor Erkältung der Atmungsorgane durch Zugluft, kalten Trunk und raschen Wechsel von heissen und kalten Räumen, vor ansteckenden Krankheiten, vor übermässiger Anstrengung der Lunge beim Steigen, Laufen, Radfahren etc. 3. Die Lunge kann durch wiederholtes langsames, tiefes Einatmen (vormachen!), durch nicht zu lautes Sprechen und Singen, durch Turnen und andere körperliche Übungen gekräftigt werden. 4. Vermeide enge Kleidung und gewöhne dir eine aufrechte Haltung an. — Erstickte müssen sofort in frische Luft gebracht und entkleidet werden. Man reibe und bürste den Körper stundenlang, wasche ihn mit Essig, leite künstliche Atmung ein, indem man die Arme abwechselnd über dem Kopf zusammenführt und dann wieder zurück an den Leib drückt oder indem man Luft durch einen Federkiel oder durch ein Tuch einbläst. Erhängte und Ertrunkene müssen ähnlich behandelt werden; vorher müssen aber Nase und Mund von Schleim und Schmutz gereinigt werden.

Blutbewegung und Gefässsystem.

Anschaung: Tierblut. (Siehe Seite 4!) Blut unter dem Mikroskop. Herz von einem Rind: Herzbeutel, Kammern, Klappen, Adern, Abbildungen des Verlaufes der Blutbahnen von Tieren der wichtigsten Tiergruppen. Beobachtungen: Geronnenes Blut hilft die Wunde verschliessen. Herzschlag; Pulsschlag am Arme, am Halse in der Ruhe und nach Dauerlauf fühlen und für eine Sekunde zählen.

Urtiere: Die Nahrungskörper gelangen in das Protoplasma der einzelligen Tiere, werden meist in Flüssigkeitsansammlungen, den Nahrungsvakuolen, verdaut und die brauchbaren Stoffe direkt in den Zelleib aufgenommen.

Hohltiere: Im vordern Teil des Körperhohlraumes wird ein Speisebrei erzeugt, mit Wasser vermengt und teils durch Bewegung des Körpers, teils durch die Flimmerhäärchen an der Leibeswand in dem Hohlraum des Körpers in Bewegung gesetzt. Der Chymus ist also hier zugleich das Blut.

Würmer: Die Bandwürmer haben keinen Darm, daher auch keine Spur von einer Nährflüssigkeit und von einem Gefässsystem.

Die Nahrung gelangt durch Osmose in den Körper und auf dieselbe Weise in die einzelnen Organe. Aus dem verzweigten Darm der Strudel- und Saugwürmer gelangt die Nährflüssigkeit (Chylus) durch Diffusion unmittelbar in das umgebende Gewebe des Körpers. Bei den Fadenwürmern und Moostierchen tritt der Chylus durch Osmose aus dem Darm in die Leibeshöhle und vermischt sich hier mit Zellen, die von der Innenwand der Leibeshöhle stammen, und gleicht deshalb dem Blut der höheren Tiere. Die Bewegung der Flüssigkeit wird auch hier durch das Zusammenziehen des Hautmuskelschlauches herbeigeführt. Die Ringwürmer haben neben der Nährflüssigkeit, die sich in den Hohlräumen der Leibeshöhle bewegt, noch eine zweite, die in der Regel in einem Rücken- und Bauchgefäß vollständig eingeschlossen, durch regelmässiges Zusammenziehen der Gefäßwände pulsierend in Beweggrund gesetzt wird, in den Rückengefäßen nach vorn, in den Bauchgefäßen nach hinten. Die beiden Längsgefäße sind in jedem Ringe durch eine Gefäßschlinge, die den Darm umfaßt, verbunden; sie senden auch Äste in die Darmwand, so dass direkt aus dem Darm Nährstoffe in die Gefäßflüssigkeit aufgenommen werden können.

Stachelhäuter: Wie bei den höheren Würmern treten hier neben der freien Leibeshöhle, die ebenfalls Zellen enthält, Blutgefäße auf. Diese sind dem radiären Bau des Körpers entsprechend angeordnet.

Gliedertiere: Wie bei den höheren Würmern treten zwei Längsgefäße auf; stets ist ein Rückengefäß vorhanden; es hat eine Erweiterung, das Herz. Das Rückengefäß ist ein muskulöser Schlauch; er ist mit Klappen versehen, die sich nach bestimmter Richtung öffnen; es ist so geeignet, durch kräftiges Zusammenziehen das Blut in bestimmter Richtung (von hinten nach vorn) fortzutreiben. Die Blutbahnen sind stets offen, so dass die Nährflüssigkeit der Gefäße und der Leibeshöhle mit einander in Verbindung stehen. Die Nährflüssigkeit ist farblos und enthält nur unentwickelte Zellen, die ihre Form verändern und sich fortbewegen. Wenn Kiemen vorhanden sind, wenn also die Atmung im Gegensatz zur Atmung durch Luftröhren nur an einer bestimmten Stelle des Körpers stattfindet, so ist das Herz durch Blutgefäße (Arterien) mit jenen Stellen verbunden. Das Blut umspült und durchtränkt

Erklärung zu Tafel VII.

1. Darm und Schwimmblase. *d* Darm. *g* Luftgang. *b* Schwimmblase, hier einfach, bei den Doppelatmern als Lunge tätig. Siehe 2!

2. Entwicklung der Lunge (Flächenvergrösserung): zunächst schwimblasenartig.

I. und *II.* Doppelatmer (Lungenfische). *III.* Amphibien. *IV.* Reptilien. *V.* und *VI.* Vögel und Säuger. *VII.* Mensch. *s* Lungensäckchen, Ausstülpung des Darmes. *t* Luftröhre (Trachea). *l* Luftröhrenäste (Bronchien). *f* Faltungen der Lungenoberfläche. *bl* Lungenbläschen.

3. Lunge (beim Ausatmen). *l* Lungen (Lungenflügel). *a* Äusseres und *i* inneres Brustfell, die Fortsetzung des Bauchfells *b*. *z* Zwerchfell nach oben gewölbt.

4. Bronchialbau der Säugetiere. *u* Untere (vordere), *o* obere (hintere) Äste der Bronchien. *a* Lungenarterie. *v* Lungenvene.

5. Kehlkopf: *I.* Von oben. *s* Schildknorpel. *rg* Ringknorpel. *g* Stell- oder Giessbeckenknorpel. *bb* Stimmband. *r* Stimmritze, umgeben von Muskeln und Schleimhautfalten. *II.* Von vornen. *z* Zungenbein mit den kleinen und grossen Hörnern *h'h*. *d* Kehlkopfdeckel. *s* Schildknorpel, der mit den Ringknorpel henkelartig beweglich verbunden ist.

Über die Blutbewegung der Würmer, Weichtiere, Stachelhäuter, siehe Z. z. Tierkunde, Tafel 11, 13, 8.

6. Gefässsystem eines Krebses. *h* Herz mit Spaltöffnungen. *p* Perikard. *a* Arterie. *v* Vene, die das venöse Blut des Körpers sammelt und in die Kiemen führt. *kv* Kiemenvenen, die das gereinigte Blut in dem Venensinus sammeln, von dem es durch die Spalten in das Herz eindringt.

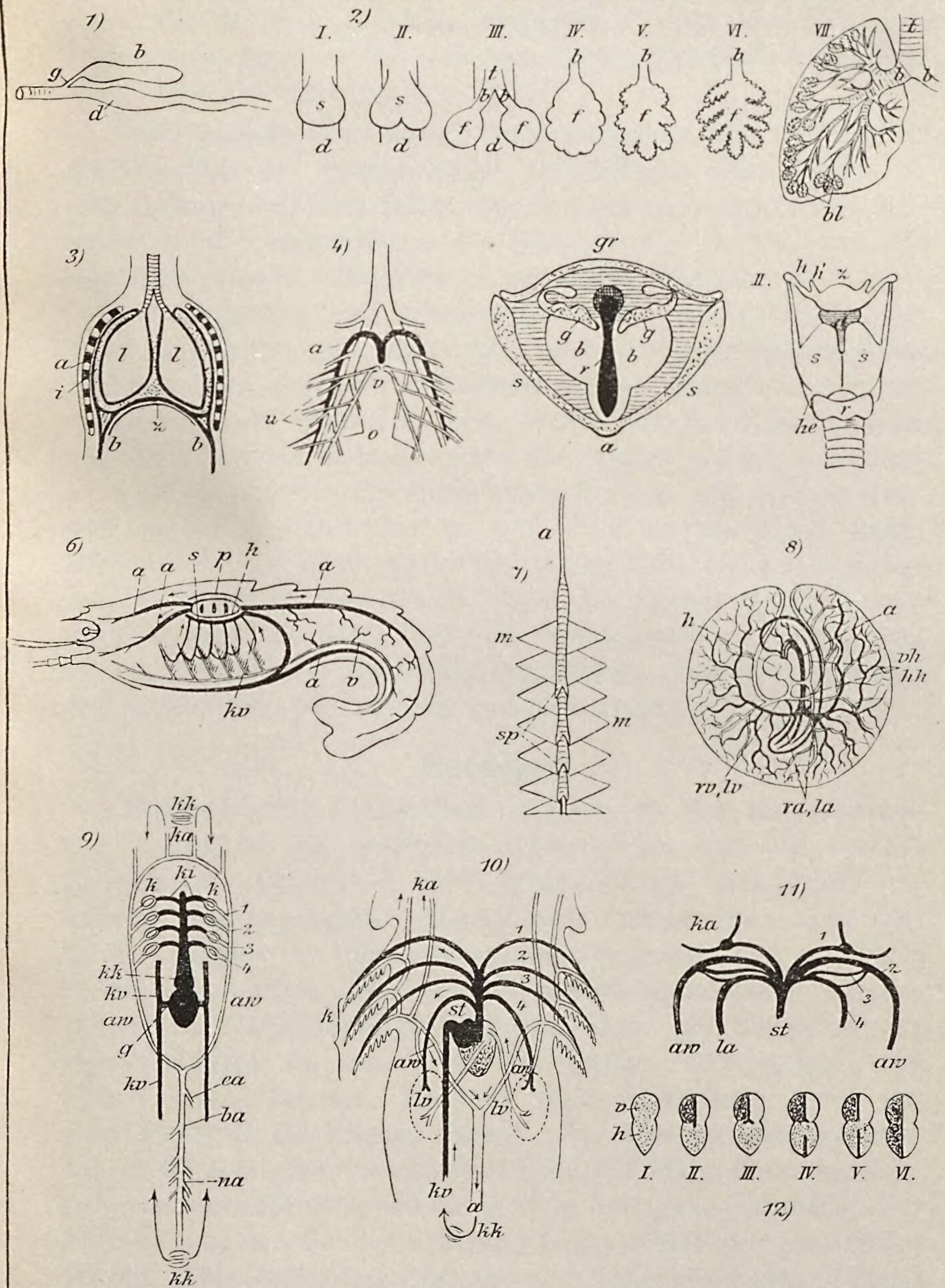
7. Rückengefäss des Maikäfers. Vorderer Teil: *a* Aorta. Mittlerer Teil: Herz mit segmentalen Erweiterungen, durch Klappenhaare getrennt (Herzkammern). Spaltöffnungen *sp* mit Klappen. *m* Flügelmuskeln.

8. Blutkreislauf im Dottersack eines Vogeleis nach dem dritten Bruttage. Keimling mit: *h* Herz. *a* Aorta mit dem Aortabogen. *ra* und *la* rechte und linke Dotterarterie. *rv* und *lv* rechte und linke Dottervene. *vh* und *hh* vordere und hintere Kardinalvene.

9—11. Blutkreislauf der Fische (9), der Doppelatmer und der Tritonlarve (10), der Amphibien (11), der Reptilien und Vögel und der Säuger auf Tafel *VIII.*, 1 und 2: *vh* Vorhof des Herzens. *hk* Herzkammer. *ka* Kiemenarterie. *k* Kiemenkapillarnetz. 1, 2, 3, 4 Aortabogen. *aw* Aortawurzel. *ba* Bauchaorta. *ea* Eingeweidearterie. *na* Nierenarterie. *kk* Körperkapillarnetz. *kv* Hintere und vordere Körpervene. *ka* innere und äussere Kopfarterie. *st* Arterienstiel, ist später in 2 Aortabogenwurzeln getrennt. *g* Cuvier'scher Gang (9), der auch in der ersten Entwicklungsstufe der höheren Wirbeltiere auftritt. *la* Lungenarterie (11).

12. Entwicklung der Vorkammern und Herzkammern: *I.* Fische. *II.* Doppelatmer. *III.* Amphibien. *IV.* Reptilien im allgemeinen. *V.* Krokodile. *VI.* Vögel und Säuger.

Tafel VII.



die Organe in der Leibeshöhle, fliesst in den Zwischenräumen, die oft kanalartig gestaltet werden, nach einem Hohlraum (Blut-sinus), der das Herz umgiebt, zusammen. Wenn das Herz sich ausdehnt, so saugt es das Blut aus diesem Sammelbecken durch seine seitlichen Spaltöffnungen ein.

Weichtiere: Stets ist ein Herz vorhanden, das sich auf das Rückengefäss der Ringelwürmer zurückführen lässt. Ein oder zwei Gefässe (Arterien) führen das Blut aus dem Herzen fort, entweder in die Lückenräume des Körpers oder in ein Netz von haarfeinen Röhren. Nachdem es brauchbare Stoffe an das Körpergewebe abgegeben, und unbrauchbare Stoffe, namentlich Kohlensäure, von ihnen aufgenommen hat, wird es als kohlensäurereiches (venöses) Blut in grösseren Gefässen (Venen) gesammelt und den Atmungsorganen zugeführt. Hier breitet sich das Blut in wandungslosen, haarfeinen Hohlräumen aus, nimmt Sauerstoff auf und wird als sauerstoffreiches (arterielles) Blut in den Kiemenvenen dem Herzen zugeführt, das es von neuem in den Körper treibt. Die dem Herzen angelagerten verdickten Teile der Venen heisst man Vorkammern des Herzens. Sind die Kiemen paarig, so sind zwei Arterien und dann auch zwei Vorkammern vorhanden. Das Gefässsystem ist nie vollständig geschlossen. Das Blut ist farblos und gleicht dem der Würmer und Gliedertiere.

Wirbeltiere.

Fische: Der Lanzettfisch schliesst an die Ringelwürmer an. Er besitzt ein arterielles Rückengefäss und ein venöses Bauchgefäss. Beide sind durch Seitenschlingen miteinander verbunden. Im Bauchgefäss bewegt sich venöses Blut nach vorn in die Kiemen, wo die Kohlensäure abgegeben und Sauerstoff aufgenommen wird. Die vordern Gefässschlingen stehen mit den Kiemen in Verbindung, sammeln das Blut und führen es den Rückengefässen zu, das durch die hinteren Gefässschlingen den Körper damit versorgt. Es wird venös und dringt durch das Bauchgefäss in die Kiemen zurück. Ein Herz ist nicht vorhanden, wohl aber sind verschiedene Teile der Blutgefässe imstande, sich zusammenzuziehen und das Blut in Bewegung zu setzen. Das Blut ist weiss. Bei den höheren Fischen bildet sich ein anfangs gerades, schlauchförmiges Herz aus. Der hintere Teil geht in Venen über, die venöses Blut aus dem Körper bringen, und der vordere

Teil bildet Arterien, die das venöse Blut in die Kiemen führen. Später biegt das schlauchförmige Herz knieförmig um; es entsteht durch Einschürung eine Vorkammer, die nach oben und vorn, und eine Herzkammer, die nach unten und hinten zu liegen kommt. Zugleich erweitert sich die aus dem Herzen führende Arterie zum sog. Arterienstiel, zwei vordere (Schlüsselbeinvenen) und zwei hintere (Kardialvenen) Venen führen das venöse Blut aus dem Körper in die Vorkammern; von hier wird es in die Herzkammer, in den Arterienstiel, in die 4—7 Paare Kiemenarterien und schliesslich in die Kiemen gesendet. In den Kiemen verbindet ein Netz von feinen zartwandigen Gefässen oder Kapillaren die Verzweigungen der Kiemenarterien mit denen der Kiemenvenen. In dem Haargefässnetz wird das Blut gereinigt. Die Kiemenvenen sammeln das gereinigte Blut und vereinigen sich schliesslich hinter dem Herzen zur grossen Körperarterie, der absteigenden Aorta. Von dieser zweigen sich andere Arterien ab und bringen das Blut in alle Organe. Durch das Haargefässnetz, das sich in allen Organen ausbreitet, werden brauchbare Stoffe an die Zellen abgegeben und unbrauchbare von den Zellen in das Blut aufgenommen. Das unreine Blut wird gesammelt und in den vier Körpervenen wieder in die Vorkammer gebracht. Das Herz wirkt als Druck- und Saugpumpe. Wenn sich der Herzmuskel zusammenzieht, wird das Blut in den Arterien durch Druck fortgetrieben, und wenn er sich ausdehnt, wird es in den Venen durch Saugen zum Herzen zurückgebracht. In den Herzkammern und in dem Arterienstiel sind taschenförmige Klappen, die das Zurückfliessen des Blutes verhindern.

Amphibien: Die Larven, die kiementragenden Amphibien und die Kiemenmolche zeigen ähnliche Verhältnisse wie die Fische. Drei Unterschiede sind aber von der grössten Bedeutung: In der Vorkammer und in dem Arterienstiel ist deutlich eine Scheidewand ausgebildet; die vordern der 3—4 Paar Kiemenarterien stehen nicht bloss durch die Kiemen, sondern auch direkt durch eine noch gering entwickelte Ader in Verbindung, und die letzte Kiemenarterie führt nicht mehr zu den Kiemen, sondern durch eine unscheinbare Ader zu der noch gering entwickelten Lunge. Wenn nun die Kiemen schwinden und die Lungen sich entwickeln, so bilden sich die Verbindungsadern zwischen Kiemenarterien und Kiemenvenen immer besser

aus, so dass das Blut des Arterienstiels in mehreren Bogen direkt in die absteigende Aorta übergeführt wird. Die Kiemenarterien erscheinen jetzt als „Aortabögen“. Die unscheinbare letzte Kiemenarterie, die zur unentwickelten Lunge führt, bildet sich gleichzeitig zur Lungenarterie aus. Das Blut wird in den Haargefäßen der Lunge gereinigt und durch Lungenvenen in die linke Vorkammer und in die noch ungeteilte Herzkammer zurückgebracht. Körpervenen leiten das venöse Blut aus dem Körper in die rechte Vorkammer und von da ebenfalls in die Herzkammer. Das venöse und das arterielle Blut mischen sich hier, und das gemischte Blut wird teils durch Aortabögen in den Körper, teils durch die beiden Lungenarterien in die Lungen geführt.

Reptilien: Hier wird nun auch eine mehr oder weniger vollständige Scheidewand in der Herzkammer entwickelt; bei den Krokodilen hat die Scheidewand nur noch eine kleine Öffnung. Es treten in der ersten Entwicklungsstufe mehrere Paare von Aortabögen auf; es bleibt aber meist nur ein Paar dauernd erhalten. Der eine dieser Aortabogen umgreift den linken, der andere den rechten Ast der Luftröhre; beide vereinigen sich zur absteigenden Aorta. Die Herzkammern sind durch Klappen in Form von breiten, vorspringenden Leisten voneinander abgeschlossen. Taschenklappen verhindern, dass das Blut aus den Arterien in die Herzkammer zurücktritt.

Vögel, Säugetiere und Mensch: Die Scheidewand in der Herzkammer bildet sich vollständig aus, und es kommt nur noch ein einziger Aortabogen zur Entwicklung. Ehe er sich abwärts wendet, umgreift er bei den Vögeln den rechten, bei den Säugern den linken Luftröhrenast. Wie bei den Reptilien sind die Herzkklappen bei den Vögeln Leisten, bei den Säugern zipfelmützenförmige, häutige Gebilde, die durch Spannen und Erschlaffen sich schliessen und öffnen. Der nach oben gerichtete Bogen der Aorta, die aufsteigende Aorta, sendet die rechte und linke Kopfarterie (Karotiden) in den Kopf, und die rechte und linke Schlüsselbeinarterie in die Arme. Der nach unten gerichtete Teil der Aorta, die absteigende Aorta, sendet zunächst Äste in die Nieren, in die Milz, in den Darm und das Gekrös und dann die beiden Schenkelarterien in die Beine. Die Kopfvenen

(Drosselvenen) und die Schlüsselbeinvenen vereinigen sich zu der oberen Hohlvene, und führen das Blut des vorderen oder oberen Körpers in die rechte Vorkammer zurück. Die Schenkelvenen, die Nierenvenen, die Pfortader und die Lebervene bilden die untere Hohlvene, die das venöse Blut der hinteren oder unteren Körperteile der rechten Vorkammer zuführt. Die Pfortader ist das Blutgefäß, in dem das Venenblut des Darmes gesammelt wird. Sie führt in die Leber, löst sich dort in ein feines Gefässnetz, das Wundernetz auf, scheidet unbrauchbar gewordene rote Blutkörperchen aus, bereitet daraus die wichtige Galle und bildet neue rote Blutkörperchen. Aus Gefässen des Wundernetzes bildet sich die Lebervene.

In den Darmzotten und Darmwänden entspringen Gefässe, die sog. Chylusgefässe, die den Chylus, die Nährflüssigkeit mit dem fein vertheilten Fette sammeln (S. 35). In allen Geweben des Körpers entspringen neben den Haargefässen die Lymphgefässe, welche die aus den Geweben ausgeschiedenen Stoffe, das wasserreiche Serum und die überflüssigen Nährstoffe aufnehmen. Die Hauptstämme der Chylus- und Lymphgefässe vereinigen sich zum Milchbrustgang, einem Gefäss, das seinen Inhalt durch die linke Schlüsselbeinvene dem Blutstrom zuführt. In das System der Lymphgefässe sind viele Drüsen eingeschaltet: die Gekrösdrüsen in den fettreichen Aufhängefalten des Darmes, die Milz, die Schilddrüse vorn unter dem Kehlkopf, die Thymusdrüse in der Brusthöhle. In den Lymphdrüsen werden die Lymphzellen gebildet und umgewandelt.

Die Blutbewegung kommt auf folgende Weise zustande. Die Herzkammern ziehen sich kräftig zusammen, stossen (Pulsschlag) das Blut aus dem Herzen in die Arterien. Die Arterien werden gefüllt und ihre Wände gespannt. Diese Spannung unterstützt die Fortbewegung des Blutes namentlich da, wo der Pulsschlag nicht mehr zu fühlen ist. Während die Herzkammern sich zusammenziehen, dehnen sich die Vorkammern aus, und das Blut wird in den Venen zum Herzen zurückgesaugt. Diese Saugwirkung wird unterstützt durch das Zusammenziehen der Venenwände. Da die Arterien grossen Druck auszuhalten haben, sind ihre Wände dick und elastisch; die Venenwände hingegen sind dünn und schlaff. Die Kraft, mit welcher das sich zusammenziehende Herz das Blut forttreibt, ist so gross, dass wenn man der Aorta

eine Öffnung kurz über dem Herzen beibrächte, das Blut 3 m hoch emporgetrieben würde. Die linke Herzkammer treibt bei einem Herzschlag etwa 180 g Blut in die Aorta, und in der Minute erfolgen etwa 75 Pulsschläge. Die tägliche Arbeit des Herzens beträgt also: $180 \cdot 3 \cdot 75 \cdot 60 \cdot 24 = \text{rund } 60\,000 \text{ mkg.}$ Der Druck in der rechten Arterie beträgt nur $\frac{1}{3}$ des Drucks in der Aorta; die Arbeit der rechten Herzhälfte ist somit nur 20 000 mkg. Die tägliche Arbeit des Herzens beträgt also nicht weniger als $60\,000 + 20\,000 = 80\,000 \text{ mkg.}$, d. h. es würde in einem Tag 80 000 kg. 1 m hoch heben. Diese Arbeit ist nötig, um die Reibung des Blutes an den Gefässwänden zu überwinden. Da sich die Reibung in Wärme umsetzt, so haben wir in dieser Arbeit — neben der Atmung — eine wichtige Wärmequelle für den Körper.

Schon in 24 Sekunden hat das Blut, das $\frac{1}{13}$ des Körpergewichts beträgt, seinen Kreislauf vollendet; in den grossen Arterien legt es etwa 300 mm, in den Haargefässen aber nur etwa $\frac{4}{5}$ mm in der Sekunde zurück. Dies erklärt sich folgendermassen. Je mehr sich die Adern teilen, um so grösser wird die Reibung, um so langsamer bewegt sich also das Blut; um so mehr hat es aber Zeit für den Austausch der Stoffe.

Erkrankungen des Blutes und der Blutgefässe.

1. Bei Entzündungen sind die Haargefässe bedeutend ausgedehnt; der entzündete Teil erscheint rot, und die Haargefässen lassen Substanzen durchschwitzen, z. B. Eiter, der hauptsächlich aus weissen Blutkörperchen besteht. 2. Bei Schreck, Angst etc. schlägt das Herz schneller und kräftiger = Herzklopfen. 3. Bei Fieber kann sich die Blutwärme von 37 bis zu 40 und 41° C steigern. Bei Cholera, Blutverlust sinkt sie unter 37°. 4. Bei Blutarmut und Bleichsucht nimmt die Blutflüssigkeit zu, die Zahl der roten Blutkörperchen ab. 5. Bei Blutvergiftung gelangen giftige Stoffe (Phosphor, Bakterien) in den Blutstrom und verändern das Blut. 6. Die aus häutigen Zipfeln bestehenden Herzklappen können sich entzünden (besonders bei Gelenkrheumatismus); sie schrumpfen dann zusammen und schliessen nicht mehr dicht, so dass das Blut in die Vorkammern zurückfliesst. Der Herzmuskel muss sich nun übermässig anstrengen, um das Blut vorwärts zu treiben; die

Herzhöhlen dehnen sich aus, und so entstehen die Herzfehler. 7. Die Arterien verkalken im Alter ihre Wände und zerreißen daher leicht. Reisst eine Arterie im Gehirn, so tritt plötzlicher Tod oder — je nach dem Gebiet, das betroffen wurde — Lähmung der Arme, Beine, der Sprachorgane etc. ein = Gehirnschlag oder Schlaganfall.

Pflege des Blutgefässsystems.

Leite folgende Sätze ab: 1. Durch richtige Ernährung Sorge man für gutes Blut in genügender Menge (S. 4). 2. Heftige Gemütsbewegungen, körperliche und geistige Überanstrengung, übermässiger Genuss geistiger Getränke stören die Herzthätigkeit und den Blutkreislauf. 3. Weite, bequeme Kleidung, Arbeit und Bewegung, Einatmung frischer, reiner Luft fördert den Blutkreislauf. 4. Auch im Interesse des Blutkreislaufs hat man zu suchen, Lunge, Haut, Leber und Nieren gesund zu erhalten. 5. Hüte dich vor Blutvergiftung! — Eine verletzte Arterie muss man oberhalb der Wunde (dem Herzen zu) und eine verletzte Vene unterhalb der Wunde (vom Herzen weg) unterbinden. — Wegen der Zerbrechlichkeit der Glieder muss man Erfrorene sorgfältig entkleiden, ganz mit Schnee bedecken oder in ein kaltes Bad bringen. Man reize die Geruchsnerven durch Äther oder Salmiak, die Haut durch Bürsten und Essig und leite künstliche Atmung ein.

Ausscheidung (Exkretion) und ihre Organe.

In dem Haargefässnetz der Körperteile tritt der Sauerstoff zu den Stoffen, die die Zellen und Gewebe enthalten, verbindet sich mit ihnen und zersetzt sie. Aus der Zersetzung von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweissstoffen entstehen Kohlensäure und Wasser; beide werden durch die Atmung aus dem Körper entfernt. Aber nur aus der Zersetzung des stickstoffhaltigen Eiweisses können die stickstoffhaltigen Verbindungen: Harnstoff, Harnsäure und ihre Salze entstehen. Diese Stoffe gehen in das Blut über und vergiften es gewissermassen wie die Kohlensäure. Harnstoff, Harnsäure, das überflüssige Wasser und alle andern nicht gasförmigen Oxydationsprodukte werden daher bei allen höheren Tieren durch besondere Organe, die Ausscheidungs- oder Exkretionsorgane, aus dem Blut und dem Körper entfernt. Diese Organe wollen wir nun näher kennen lernen.

Urtiere und **Hohltiere** haben bei ihrem einfachen Bau noch keine Exkretionsorgane ausgebildet.

Stachelhäuter: Manche Seewalzen haben mit Drüsen versehene Blindschläuche, die in den Enddarm münden. Auch die Wasserlungen sind als Ausscheidungsorgane zu betrachten (S. 38).

Würmer: Darmlose Würmer besitzen im ganzen Körper baumartig verzweigte Wassergefäße. Der den Körper der Länge nach durchziehende Hauptstamm hat einen Ein- und Ausgang. Dies Wassergefäßsystem scheidet nicht nur Stoffe aus, sondern dient vielfach auch der Ein- und Ausfuhr von Wasser. Würmer mit einem Darm besitzen in den Segmenten oft gewundene Röhren, die von der Körperhöhle nach der Körperoberfläche führen und an den beiden Enden erweitert sind; man heisst diese Ausscheidungsorgane Segmentalorgane.

Gliedertiere: Die Schalendrüse (grüne Drüsen der Schalenkrebse), die Malpighischen Gefäße der Insekten, Spinnen und Tausendfüßer, die am Ende des Darmkanals einmünden, haben schon eine ähnliche Funktion, wie die Nieren der Wirbeltiere.

Weichtiere: Wie die Würmer besitzen die Weichtiere nach innen und nach aussen mündende drüsige Organe, die zugleich Wasser zuführen. Bei den Muscheln und Schnecken sind es die „Organe des Bojanus“, bei den Kopffüsslern die Wassersäcke, welche die Venenanhänge umgeben, bei den Tintenfischen der Tintenbeutel, dessen Flüssigkeit das Wasser trübt und die Tiere den Feinden unsichtbar macht.

Wirbeltiere.

I. Nieren: Auch die Nieren lassen sich von den Segmentalorganen der Würmer ableiten (Siehe Zeichn.). Sie liegen in der Bauchhöhle und sind bohnenförmige Anhäufungen von Harnkanälchen. Die äusserst engen, leicht verstopfbaren Harnkanälchen haben ein blindes, kapselförmiges Ende, in dem sich ein Knäuel von feinen Blutgefässen ausbreitet. Beim Menschen bildet das Gewirr der geschlängelten Teile der Harnkanälchen die Rinde der Nieren. Ihre Fortsetzungen, die gerade gestreckt und pyramidenförmig angeordnet sind, setzen die Marksicht zusammen. Die Pyramidenspitzen münden nach innen in einen Hohlraum, das Nierenbecken. Das Nierenbecken setzt sich als Harnleiter fort; der rechte und linke Harnleiter münden in die

Harnblase. Durch Harn, Schweiss und Atem giebt der Körper täglich 3 l Wasser ab. Die Nierenarterie bringt das Blut in die Nieren; auf dem langen Weg, den die Blutgefässknäuel und Harnkanälchen darstellen, scheidet es den Harn aus, der hauptsächlich aus Wasser, Harnstoff, Harnsäure und Salzen besteht. Das gereinigte Blut wird gesammelt und in der Nierenvene fortgeleitet.

II. Andere Ausscheidungsorgane: a) unbrauchbare Stoffe scheiden aus: Die Schweissdrüsen bei vielen Säugetieren und dem Menschen; es sind knäueelförmig gewundene Schläuche in der Unterhaut, die in geradem Gange auf die Oberhaut münden; sie scheiden eine klare, saure Flüssigkeit von Wasser (99,5 %), Fetten und Salzen ab. b) Verwendbare Stoffe scheiden aus: Die Spinndrüsen der Spinnen und Insektenlarven, die Honigdrüsen der Blattläuse, die Wachsdrüsen der Cikaden, Aderflügler, die Byssusdrüsen mancher Muscheln, die Giftdrüsen von Würmern, Spinnen, Skorpionen, Tausendfüsser, Insekten und Schlangen, die Schleimdrüsen der Amphibien, die Talgdrüsen der Vögel (Bürzeldrüse) und Säugetiere, die Milchdrüsen der Säugetiere.

Erkrankungen und Pflege der Ausscheidungsorgane.

Erkrankungen: 1. Wird die Ausscheidung von Harnstoff und Harnsäure unterdrückt, so vergiften diese Stoffe das Blut; es entsteht Gicht, Harnstoffvergiftung etc. 2. Erkältung, Scharlach, Cholera haben oft Nierenentzündung zur Folge, durch welche leicht Blutvergiftung und Tod eintritt. 3. In der Nieren- und der Harnblase setzen sich aus dem Harn steinige Massen, die Nieren- und Blasensteine ab.

Pflege: 1. Durch reichliches Trinken von Wasser, von kohlensäure- und zuckerhaltigen Getränken kann man die Nierenthätigkeit unterstützen. 2. Man hüte sich vor unregelmässigem Leben, vor Erkältung der Füsse und des Unterleibes. 3. Man sei vorsichtig im Gebrauch von Spargeln, Sellerie, Pastinak etc., die auf die Nieren wirken und leicht die Harnkanälchen verstopfen.

Erklärung zu Tafel VIII.

1. u. 2. Siehe Erklärung zu Tafel VII, 9—11.

Über die Ausscheidungsorgane vergleiche die Figuren 1, Tafel VI.: *sk*; 10, Tafel V.: *m*; 10, Tafel VI.: *B*.

3. Entwicklung der Nieren. *I*. Vorniere (beim Inger und bei manchen Knochenfischen). *vg* Vornierengang: 2 solcher Gänge längs des Körpers stehen durch segmental angeordnete Wimpertrichter *t* mit dem Leibesraum in offener Verbindung. Die Vorniere verschwindet bei höheren Wirbeltieren bald oder wird nicht mehr angelegt. Es bilden sich neue, ebenfalls segmental angeordnete Wimperkanäle und diese verbinden sich als Urnieren mit dem Vornierengang. Von diesem trennt sich ein zweiter Gang, der Urnierengang *ug* ab. *II*. In der ersten Anlage bei den Amphibien. *III*. und *IV*. entwickelt bei den höheren Wirbeltieren (*V*. auf früher Entwicklungsstufe, *VI*. u. *VII*. vollständig entwickelt als Männchen und Weibchen) wird ein Teil der Urnieren *un* zu einer Drüse *g*, *h*, *ei* (Eierstock des Huhnes), der andere wird zur bleibenden Niere *n*, von der Harnleiter und Nierengang *ng* in die Harnblase *b* mündet.

Bei den niederen Säugetieren (die Vögel und Schnabeltiere noch mit) haben Harnblase und Darm einen gemeinsamen Ausführungsgang, die Kloake (wie in V). VIII. Längsschnitt der Niere. *r* Rindenschichte. *m* Markschichte. *p* Pyramidenspitzen. *k* Nierenkelch. *v* Nierenvene. *a* Nierenarterie. *hl* Harnleiter.

Über das Nervensystem vergleiche zunächst die Z. z. Tierkunde: Tafel 11 und 13 und zur Menschenkunde: Tafel VI., 10 und 11.

4. Verschmelzung der Bauchganglien bei Gliederfüßern (siehe auch Z. z. Tierkunde: T. 11, 4). I. Termite. II. Wasserkäfer. III. Fliege. IV. Spinne (*g* bleibt selbständig; *s* Summe der Bauchganglien). *g* Gehirnganglion (oberes Schlundganglion), *s* Unteres Schlundganglion. *br* Brustganglion. *h* Hinterleibsganglion. *a* Augen.

5. Nervensystem von Weichtieren. I. Muschel. II. Schnecke. III. Tintenfisch. *g* Gehirnganglion. *p* Fussganglion. *v* Eingeweideganglion. *m* Mantelraum. *d* Darm. *a* After.

6. Hörbläschen einer Meerschnecke. *n* Nerv mit seinen Endigungen. *h* Hörzellen mit den Haaren. *o* Hörstein (Otolith).

7. Längsschnitt durch das unentwickelte Gehirn der Vögel, Säugetiere und des Menschen. I. Nervenrohr mit den 3 Hirnblasen: Vorder-, Mittel- und Hinterhirn *v*, *m*, *h*, *r* Rückenmark. II. *v*, *z*, *m*, *h*, *n* Vorder-, Zwischen-Mittel- und Nachhirn. *ol* Riechlappen. *zi* Zirbeldrüse. *th* Sehhügel. *op* Sehnerv. *nh* Nasenhöhle. *t* Trichter. *ch* Chorda. *sb* Schädelbasis. *sd* Schädeldecke. *k* Centralkanal des Rückenmarks. 1—12 die 12 Gehirnnerven. I.—IV. Hirnhöhlen; V. ist Vorn zwischen den beiden Hirnhälften. *S* „Sylvische Wasserleitung“.

8. Gehirn eines Amphibiums. Buchstaben wie bei 4. *rg* Rautengrube.

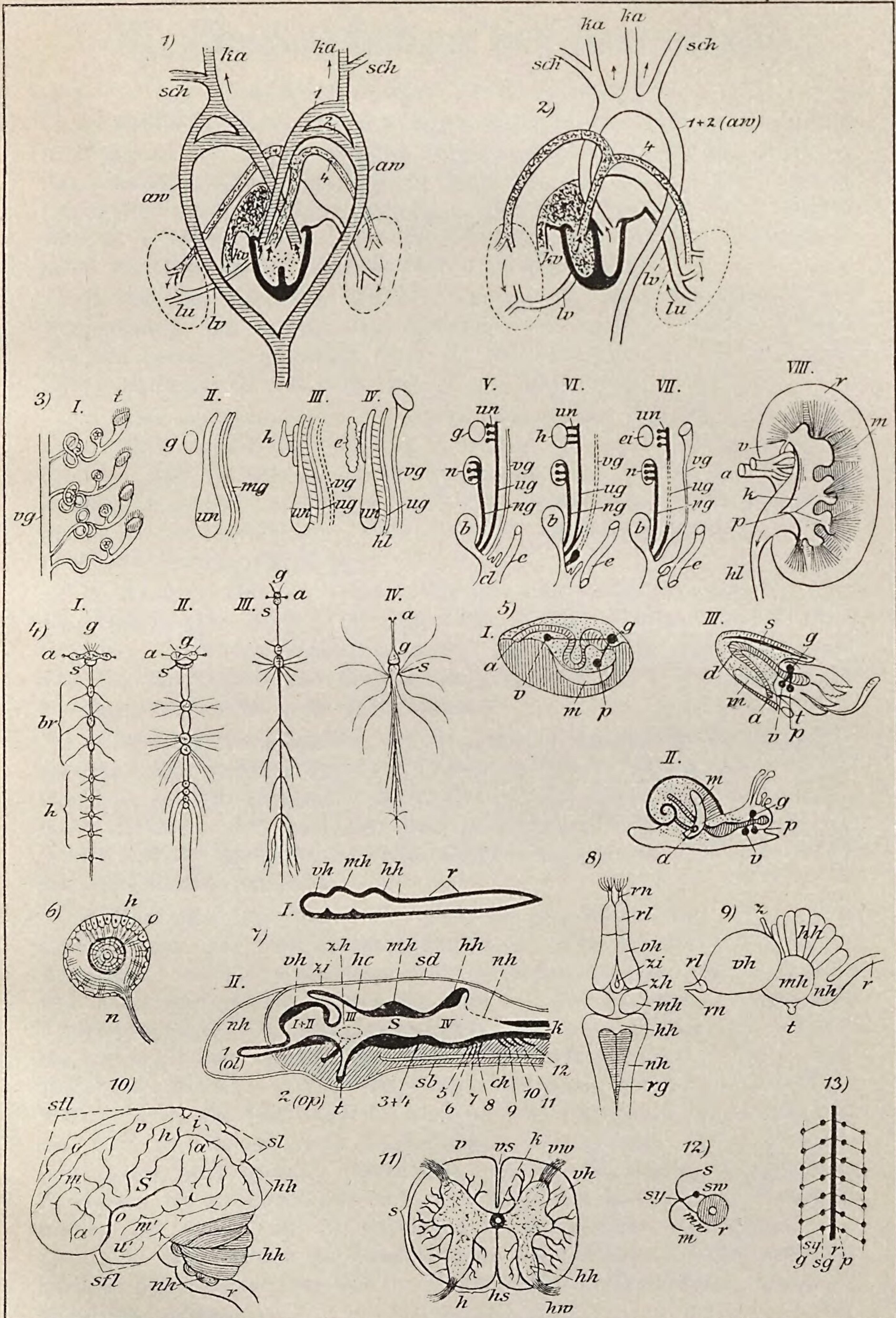
9. Gehirn eines Vogels (Taube) von der Seite. Die einzelnen Teile gegeneinander gebeugt und auch etwas übereinander geschoben.

10. Linke Hirnhälfte des Menschen. *stl* = *sl* = *hl* = *sfl* = Vorderhirn oder Grosshirn, das Zwischen- und Mittelhirn bedeckend. *stl* Stirn-, *sl* Scheitel-, *hl* Hinterhaupts-, *sfl* Schläfenlappen. *o*, *m*, *a* obere, mittlere und äussere Stirnwindung. *v*, *h* vordere und hintere Centralwindung. *i* und *ä* innere und äussere Scheitelwindung. *o'*, *m'*, *u* obere, mittlere und untere Schläfenwindung. *hh* Hinterhirn (Kleinhirn). *nh* Nachhirn (verlängertes Mark). *r* Rückenmark. *S* Sylvische Spalte. Hirncentren: Figur auf dem Titelblatt!

11. Querschnitt durch das Rückenmark. *k* Centralkanal. *vs*, *hs* vordere und hintere Spalte. Weisse Fläche = weisse, getüpfelte = graue Nervensubstanz. *vh*, *hh* vordere und hintere Hörner des Rückenmarks. *vw*, *hw* vordere (motorische) und hintere (sensible) Nervenwurzeln. *v*, *s*, *h* Vorder-, Seiten- und Hinterstränge.

12. Peripheres Nervensystem (Querschnitt). *r* Rückenmark. *sw* Sensible Wurzeln, gehen durch Nervenknotten; diese sind aus einer Längsleiste des Rückenmarks entstanden. *m* motorische Wurzeln. *s* sensibler, *m* motorischer, *sy* sympathischer Nervenast.

13. Sympathisches Nervensystem. *r* Rückenmark. *sg* Rückenmarksganglien. *sy* sympathische Äste, gehen durch die Ganglien *g*, die längs des Rückenmarks verbunden sind, und rechts und links am Rücken die Grenzstränge bilden.



III. Die Empfindung und ihre Organe.

Beobachtungen und Versuche:

1. Die Urtiere sammeln sich in einem Glase an der Lichtseite, bei grosser Hitze ziehen sie sich in grössere Tiefen zurück, bei Berührung ziehen sie ihre Scheinfüsse ein. — Licht, Wärme, Berührung sind physikalische Vorgänge. Physikalische und chemische Vorgänge, die das Protoplasma zur Thätigkeit anregen, heisst man Reize, und die Fähigkeit, auf einen Reiz zu reagieren, nennt man Reizbarkeit, Empfindlichkeit oder Sensibilität.

2. Von den Hohltieren aufwärts besitzen die Tiere Nervenzellen und Nervenfasern. Um auf die Reize möglichst vollkommen zu reagieren, haben sich ein besonders geeigneter Stoff, die Nervensubstanz, und nur für diesen Zweck bestimmte Gebilde, Nervenfasern und Nervenzellen entwickelt.

3. Stich mit einer Nadel an verschiedenen Stellen in die Haut des Oberarms. Man verspürt an bestimmten Stellen, da wo Nervenfasern enden, Schmerz; man hat eine Schmerzempfindung. Der Reiz bringt eine Veränderung in der Lage der Moleküle in der Nervensubstanz, eine Nervenenerregung, hervor, die sich fortpflanzt. Wenn also eine Empfindung entstehen soll, so muss eine Nervenendigung gereizt werden.

4. Wenn der Sehnerv oder der Hörnerv oder bestimmte Stellen im Hirn, das Sehfeld oder Hörfeld, erkranken oder verletzt werden, entsteht keine Gesichts- oder Gehörsempfindung mehr. Zur Entstehung einer Empfindung sind also das Gehirn und Empfindungsnerven nötig, die die Erregung an bestimmte Stellen des Gehirns fortpflanzen.

5. Wird der Bewegungsnerv, der den Arm oder das Bein durchzieht, durchschnitten oder werden bestimmte Stellen im Gehirn verletzt, so wird der Arm oder das Bein gelähmt, d. h. sie können keine willkürlichen Bewegungen mehr ausführen. Zur Entstehung einer willkürlichen Bewegung sind also das Gehirn und Bewegungsnerven nötig, welche die Erregung vom Gehirn nach den betr. Muskeln fortleiten.

6. Man sehe eine Blume an, rieche an ihr, betaste sie. Längere Zeit nachher kann man sich an die Eigenschaften erinnern, sich dieselben vorstellen und von der Rose ein Gesamtbild wachrufen; man hat Teilvorstellungen und eine Gesamtvorstellung von der Rose. — Die Gesichts-, Geruchs- und Tastempfindungen sind Erregungszustände bestimmter Stellen des Gehirns; sie lassen „Spuren“ zurück, die leicht wieder als Erinnerungen oder Vorstellungen aufleben. — Wenn das Gehirn eine starke Erschütterung erleidet, blutleer oder mit Blut überfüllt wird, so tritt Ohnmacht, Bewusstlosigkeit ein, d. h. es kommen keine Empfindungen, Vorstellungen und willkürliche Bewegungen mehr zustande. (Siehe auch 4 und 5!) Das Gehirn, die mächtigste Anhäufung von Ganglienzellen und der bedeutendste Mittelpunkt der Nervenbahnen, ist also — die Erscheinungen im Bewusstsein physiologisch aufgefasst — das Magazin für Empfindungen, Vorstellungen, Gefühle und willkürliche Bewegungen; das Gehirn ist der Sitz von Bewusstsein: Verstand, Gemüt und Wille.

Wirbellose Tiere.

Urtiere: Sie besitzen noch keine Nervensubstanz; sie reagieren aber leicht auf Lichtreize, Druck etc. Das Protoplasma, das verdaut, das sich zusammenziehen und ausdehnen kann, ist also zugleich für gewisse Reize empfänglich, ist sensibel. Besondere Organe, die für die verschiedenen Reizarten angepasst sind, giebt es nicht; Licht, Wärme, Druck etc. können daher nicht unterschieden werden.

Hohltiere: Sie zeigen schon Nervenzellen und Nervenfasern, und die Quallen besitzen sogar ein Nervensystem. Es besteht aus einem Centralorgan, dem Nervenring im Schirmrande, und den strahlenförmigen Fasern, die nach den Schirmmuskeln und nach den Hörbläschen ausgehen. Die Hörbläschen sind die einfachsten Hörorgane; es sind bläschenförmige Einsenkungen der Haut, die mit einer Flüssigkeit gefüllt sind. In der Bläschenwand sitzen die Hörzellen, Zellen, die auf der einen Seite mit Haaren in die Flüssigkeit reichen und auf der andern mit den Hörnervenendigungen in Verbindung stehen. Schallschwingungen erschüttern die Flüssigkeit und die Haare; dadurch werden die Hörzellen gereizt, und der Reiz wird in den Hörnervfasern fortgeleitet.

Stachelhäuter: Als Centralorgan des Nervensystems ist ein Schlundring vorhanden; von diesem gehen Hauptstämme in die Arme, welche Nervenfasern in die Muskeln der beweglichen Stacheln und Saugfüßchen und in die Sinnesorgane senden. Die Armspitzen der See- und Schlangensterne besitzen stäbchenförmige Nervenendungen als Tastorgane; auch die Saugfüße und die Tentakeln können zum Tasten verwendet werden. Geschmack ist ebenfalls nachgewiesen. Bei den Seewalzen hat man Gehörbläschen gefunden, und die Seesterne besitzen schon hoch entwickelte Augen; sie bilden kugelige Erhebungen am Ende der Arme und bestehen aus kegelförmigen Einzelaugen, die eine gemeinsame, gewölbte Hornhaut besitzen (Zeichn. z. Tierkunde, Taf. 9).

Würmer: Die Rädertiere, Moostiere, Manteltiere und die Würmer haben als Centralorgan ein oberes Schlundganglion, das ist ein über dem Schlunde liegender Knoten von Ganglienzellen, der mit Nerven in Verbindung steht. Bei den Plattwürmern gehen von dem Schlundganglion zwei Nervenstränge aus, die man bei anderen Würmern wiedertrifft; sie liegen hier an den Seiten. Die Fadenwürmer und die Ringelwürmer haben einen den Schlund

umfassenden Nervenring, den Schlundring, der ein oberes und ein unteres Schlundganglion besitzt. Bei den Ringelwürmern sind die beiden Stränge an die Bauchseite gelagert und bilden das strickleiter- oder kettenförmige Bauchmark, das in jedem Körperring ein Paar getrennter oder verschmolzener Ganglien aufweist (Zeichn. Taf. 11). Tastborsten, Taststäbchen, Tastpappillen (im Mund der Saugwürmer) stehen mit Nerven in Verbindung und dienen als Tastorgane. Plattwürmer und Rädertiere haben Farbstoffflecken, sog. Pigmentflecken, zu welchen Nervenfasern führen, als die einfachsten Sehorgane. Vollkommenere Augen mit lichtbrechenden Körpern trifft man erst bei Ringelwürmern an; sie sitzen am Kopf, oft aber auch noch an anderen Teilen des Körpers. Gehörbläschen sind bei Strudel- und Ringelwürmern in der Nähe des Schlundrings nachgewiesen. Von vielen Würmern sind auch Geruchsgruben nachgewiesen. Über Geschmacksorgane ist noch wenig sicher bekannt. — Da die Lebensweise und die Körpergestalt der Würmer so ausserordentlich verschieden ist, so zeigt auch das Nervensystem die mannigfachsten Umgestaltungen: Die Nerven liegen noch in der Haut, oder sie sind in die Muskeln, oder in die Körperhöhle gelagert.

Gliedertiere: Das Nervensystem der Gliedertiere lässt sich von dem der höheren Würmer ableiten. Alle Gliedertiere besitzen einen Schlundring mit einem oberen und unteren Schlundganglion. Das obere Schlund- oder Gehirnganglion ist mächtig entwickelt. Das untere Schlundganglion steht auch hier mit einem strickleiterartigen Bauchmark in Verbindung. Die Ganglien der Kopfringe und der Brustringe sind jedoch jeweils zu einem einzigen Knoten zusammengezogen, und bei den Spinnen und Krabben sind sogar alle Ganglien des Bauchmarks mit dem unteren Schlundganglion verschmolzen. Die Nerven, die von Ganglien ausgehen, haben motorische und sensorische Fasern und entspringen daher mit zwei getrennten Wurzeln. Bei allen Gliedertieren finden sich auch schon Nerven, die mit dem Gehirnganglion in Verbindung stehen, aber eine gewisse Selbständigkeit haben und unabhängig vom Willen für die Bewegung der Eingeweide sorgen (sympathisches Nervensystem). Als Tastorgane erscheinen an dem ganzen Körper, besonders aber an Fühlertastern und Fusspitzen, Härchen, Stäbchen, die mit Nervenendigungen in Verbindung stehen. Über die Organe des Geruchs,

des Gehörs und des Geschmacks weiss man noch nicht viel. Die Geruchsorgane finden sich wahrscheinlich allgemein an den Fühlern als Borsten oder kegelartige, kleine Gebilde, die eine feine Öffnung haben und von einem Nerv durchzogen werden. Bei höheren Krustentieren findet man meist am untersten Glied der inneren Fühler verschiedenartig ausgestattete Hörbläschen. Bei Heuschrecken findet sich an den letzten Schienen (Laubheuschrecken) oder am ersten Bauchring (Feldheuschrecken) trommelartig eine Haut an der Erweiterung einer Luftröhre ausgespannt, welche die Schallbewegungen an die Nervenfasern vermittelt (tymbanales Gehörorgan). Es kommen sehr kleine, einfache oder Punktaugen und grössere zusammengesetzte oder Facettenaugen vor. Die Teile des Punktauges einer Spinne sind: 1. Die Linse, ein Stück der Oberhaut, das durchsichtig geworden ist, und sich zu einem bikonvexen Körper, der Linse, verdickt hat; die Linse sammelt die Lichtstrahlen. 2. Der Glaskörper, eine Schichte grösserer durchsichtiger Zellen, die sich an die Linse anschliessen. 3. Die Netzhaut (Retina), Zellen, die sich mit einem stäbchenförmigen Ende (Rhabdom) an den Glaskörper anschliessen und an dem anderen Ende in Nervenfasern übergehen. Glaskörper und Retina sind von Pigment umgeben. Das Facettenauge ist aus Teilaugen zusammengesetzt, die pyramidenförmig sind und ihre Spitzen nach innen kehren. Sie bestehen aus: 1. Der Linse, einem durchsichtigen Teil der Oberhaut, 2. dem Krystallkörper, aus durchsichtigen Zellen gebildet, 3. den Retinazellen mit den Stäbchen und Nervenendigungen. Jedes Teilauge ist in Pigment eingehüllt. Die Linsen aller Teilaugen hängen zusammen und bilden die gefelderte (facettierte) Hornhaut. Das Bild setzt sich aus den kleinen Bildern der Teilaugen, die durch die senkrecht einfallenden Lichtstrahlen erzeugt werden, mosaikartig zusammen und ist aufrecht. Die Spinnen haben nur Punktaugen. Dieselben treten aber auch bei höheren Krebsen und Insekten auf.

Weichtiere: Sie besitzen einen Schlundring, der mit den beiden Fuss- und Eingeweideganglien in Verbindung steht. Die Gehirnganglien sind auffällig klein, wenn Kopf und Augen fehlen. Die beiden nahe zusammengrückten Fussganglien versorgen den Fuss- und den Hautmuskelschlauch. Der Tastsinn ist in den Mantelrändern der Muscheln, den Tentakeln der Tintenfische, den Fühlern und dem Mundlappen ausgebildet, Kleine Anschwell-

ungen am Grunde der Kiemen gelten als Geruchsorgane. Geschlossene Gehörbläschen finden sich in allen Klassen. Bei den Muscheln und den meisten Schnecken sind sie mit den Fussganglien und bei andern mit dem Gehirnganglion in Verbindung gesetzt; bei den Tintenfischen finden sie sich paarig am Kopf und sind meist von Kopfknochen umschlossen. Den meisten Muscheln fehlen die Augen, bei andern treten sie perlenartig und gestielt am Mantelrande auf. Sie bestehen aus Linse, Glaskörper und Retina. Bei Schnecken und Tintenfischen treten sie am Kopfe und bei den Landschnecken auf einstülpbaren Stielen auf. Sie besitzen ausser Linse, Glaskörper und Retina noch eine Hornhaut. Die Hornhaut hat bei vielen Tintenfischen eine Öffnung, so dass das Wasser bis zur Linse vordringen kann. Die Retina besteht aus mehreren Schichten. Eine davon ist reich an Pigment. Der Augapfel ist von einer Bindegewebshaut eingeschlossen.

Gehirn und Rückenmark: Centrales Nervensystem der Wirbeltiere.

a. Das Gehirn.

Fische und Amphibien: Lanzettfisch: Bei allen Wirbeltieren bildet sich über dem Darmrohr und der Rückensaite aus dem äusseren Keimblatt das Nervenrohr (S. 12). Der dickere Vorderteil des Nervenrohrs wird zum Gehirn, der hintere schlankere Teil zum Rückenmark. Erst später entspringen mit zwei Wurzeln seitlich vom Rückenmark die Rückenmarksnerven. Das Rückenmark hat oben und unten eine Furche. Verbindet man also die vorderen und hinteren Nervenwurzeln, so erhält man auf jeder Seite einen vorderen, mittleren und hinteren Strang. Auf dieser Entwicklungsstufe bleibt nur der Lanzettfisch stehen. Rundmäuler: Schon frühe bildet der Vorderteil des Nervenrohrs drei blasenartige Erweiterungen, die man als Vorder-, Mittel- und Hinterhirn bezeichnet. Das Vorder- und Hinterhirn zerlegt sich aber bald in je zwei Blasen und so erhält man folgende fünf Hirnteile: Vorder- oder Grosshirn und Zwischenhirn, Mittelhirn oder Vierhügel, Hinter- oder Kleinhirn und verlängertes Mark oder Nachhirn. Das Zwischenhirn wächst bei den Haien zu einem langen Schlauche der Zirbeldrüse aus, die bis in die Schädeldecke hineinreicht. Schon bei den Schmelzschuppen, Lungenfischen und Amphibien kann man deut-

lich eine rechte und linke Hemisphäre des Grosshirns und die ebenfalls paarige Ausbildung des Mittelhirns unterscheiden. Die Wände des Gehirns verdicken sich, und die Hohlräume oder Ventrikel werden enger. Die unteren Teile der Hemisphären verdicken sich in mächtiger Weise (Streifenhügel) und die zwei vorderen Enden wachsen zu den beiden Riechlappen aus.

Reptilien: Die Hemisphären entwickeln sich mächtig. Die Hirnteile, die bis jetzt hintereinander liegen, beginnen sich zusammen zu schieben und sich über einander zu lagern. Eidechsen und Blindschleichen bleiben hierin zurück.

Vögel: Das Vorderhirn erreicht eine solche Grösse, dass es sich nach hinten umbiegt und sich auf das Zwischen- und Mittelhirn legt und diese bedeckt.

Säugetiere und Mensch: Bei den Beuteltieren, Nagetieren und Insektenfressern sind Vierhügel und Kleinhirn von dem Vorderhirn noch nicht bedeckt. Bei dem Affen und dem Menschen aber hat das Grosshirn den andern Hirnteilen gegenüber eine ganz gewaltige Ausdehnung erlangt. Es beträgt beim Menschen $\frac{7}{8}$ der gesamten Hirnmasse und bedeckt alle Hirnteile von vorn nach hinten. Die rechte und linke Erhebung des Zwischenhirns bilden die Vierhügel. Sie sind sehr klein und dadurch entstanden, dass zu der Längsfurche noch eine Querfurche getreten ist. Vorn befindet sich die kleine Zirbel. Das Kleinhirn erreicht eine bedeutende Grösse und zerfällt in einen mittleren Teil, den Wurm, und zwei Seitenteile, die Kleinhirnhemisphären. Der Längsschnitt zeigt eine baumähnliche Zeichnung, den Lebensbaum. Das Nachhirn oder das verlängerte Mark kommt unter das Kleinhirn zu liegen. Gross- und Kleinhirn haben eine rötliche Rindenschichte von vielen Millionen Ganglienzellen und eine weissliche Innenschichte von Millionen vielfach sich kreuzender Nervenfasern, welche die Ganglienzellen, die sowohl bei einer mechanischen Bewegung als bei einem logischen Schlusse oder einer Handlung in Anspruch genommen werden, nach allen Richtungen verbinden.

Verbindungsbahnen, Associationsfasern: Das Rückenmark und die einzelnen Teile und die Centren des Gehirns sind durch Nervenstränge (Associationsfasern) miteinander verbunden, so dass die Nervenirregungen in den verschiedenen Hirnteilen zusammengeordnet, verknüpft (associiert) werden können. Querverbindungen sind: der Balken, der sich schon bei Reptilien

anlegt, das Gewölbe und die Brücke, welche das verlängerte Mark auf der Unterseite überbrückt. Längsverbindungen sind: der grosse Hirnschenkel (Rückenmark — verlängertes Mark — Basis des Gehirns — Streifenhügel — Hemisphären), die Bahnen zwischen Kleinhirn und Brücke, zwischen Nachhirn und Kleinhirn.

Lappen, Windungen und Furchen: Um die Oberfläche zu vergrössern ist das Grosshirn gelappt und gefaltet. Hirnlappen: Der Stirnlappen, die Scheitellappen, der Hinterhauptlappen und die Schläfenlappen. Hirnwindungen: Obere, mittlere und untere Stirnwindung, vordere und hintere Centralwindung, innere und äussere Scheitelwindung, obere, mittlere und untere Schläfenwindung. Zwischen Stirn- und Schläfenlappen ist eine grosse Furche, die Sylvische Spalte.

Hirncentren: Durch Erkrankungen, Verletzungen und durch Versuche an Tieren hat man gefunden, dass gewisse Bewegungen und geistige Thätigkeiten an gewisse Bezirke, Felder oder Centren des Hirns gebunden sind, dass Erkrankungen und Verletzungen bestimmter Centren Lähmungen und geistige Störungen herbeiführen. Über der Sylvischen Spalte an der sogen. Broca'schen Windung endigen die Nerven, welche die Muskeln der Sprachorgane, des Kehlkopfs, der Lippen, der Zunge zur Bewegung anregen = motorisches Sprachcentrum. Unter der Sylvischen Spalte im Gebiete des oberen Schläfenlappens enden die Nerven, die die Empfindung von der Bewegung der Sprachorgane zum Bewusstsein bringen = sensorisches Sprachcentrum. Im Gebiete des Hinterhauptlappens kommen die Gesichtsempfindungen zustande = Sehcentrum. Im Gebiete der vorderen und hinteren Zentralwindung beginnen die Nerven, die die Muskeln der Arme und Beine in Bewegung setzen. Im Kleinhirn werden die Einzelbewegungen zu einer einheitlichen Bewegung zusammengesetzt. Vom verlängerten Mark gehen die Nerven aus, die die Atembewegung anregen (Lebensknoten). Das Gehirn ist das Organ, in dem die Nervenvorgänge stattfinden, an welche alle höheren Seelenthätigkeiten gebunden sind: Vorstellung, Gefühl, Wille. Das Gehirn des Menschen wiegt $\frac{1}{37}$, das des Gorilla $\frac{1}{100}$, des Frosches $\frac{1}{172}$, das des Thunfisches $\frac{1}{37440}$ vom ganzen Körpergewicht. Beim Menschen und bei Tieren der gleichen Gattung hängt die Intelligenz nicht mehr vom Gewicht, sondern von den

Windungen des Gehirns ab: je entwickelter und zahlreicher die Windungen des Gehirns sind, desto intelligenter ist das Geschöpf.

Hirnhöhlen (Hirnventrikel): Die ursprünglichen Gehirnblasen verändern ihre Form und Lage, verdicken ihre Wände und engen die Hohlräume ein, so dass man schliesslich folgende Hirnhöhlen unterscheiden kann: 1. Die beiden Hohlräume in den beiden Hirnhemisphären (Seitenventrikel I und II), 2. den Hohlraum im Zwischenhirn (III), 3. den engen, kanalförmigen Hohlraum im Mittelhirn, die sogen. Sylvische Wasserleitung, 4. den Hohlraum im Nachhirn (IV) und 5. den kleinen Hohlraum vor dem Balken (V).

b. Das Rückenmark.

Anschauung: Ein Stück Rückenmark vom Rind.

Auch der Teil des Nervenrohres, aus dem das Rückenmark entsteht, verdickt sich und es bleibt im Innern nur ein enger Kanal, der Rückenmarkskanal übrig. Der äussere Teil des Rückenmarks besteht aus einer weissen Faser-, der innere Teil, der Kern, aus einer rötlichen Zellenmasse. An der Ober- und Unterseite des Rückenmarks tritt wie auf dem Gehirn eine tiefe Längsfalte auf, so dass der Kern in zwei seitlich zusammengedrückte Stränge zerlegt wird. Die beiden Stränge sind nur rings um den Rückenmarkskanal verbunden. Der Querschnitt des Kerns zeigt als äusserste Teile der Stränge die vorderen und die hinteren Hörner.

Gehirn- und Rückenmarkshäute.

Anschauung: Ein Stück Rückenmark und Gehirn vom Rind.

Bei den Fischen und auf der ersten Entwicklungsstufe der höheren Wirbeltiere sind zwei Gehirnhäute vorhanden, eine, die dem Schädel, und eine, die dem Gehirn anliegt. Aus der letzteren entwickelt sich zwischen der äusseren und inneren eine dritte Haut. Man unterscheidet dann: 1. Die harte Hirnhaut; sie ist dick, legt sich den Knochenwänden an und ernährt dieselben. Sie bildet in der Mittellinie der Schädelhöhle eine sichelförmige Falte, die Hirnsichel, die sich zwischen die Hemisphären einsenkt, und trennt durch eine Querfalte das Grosshirn vom Kleinhirn. 2. Die Spinnwebenhaut; sie ist dünn, zart und besteht aus zwei feinen Häuten, die eine legt sich der äusseren harten, die andere der inneren weichen Hirnhaut an, und scheidet geringe Mengen einer

Flüssigkeit aus, die die zugekehrten Hautflächen schlüpfrig erhält. Sie dringt nicht zwischen die Hirnwindungen ein. 3. Die Gefäß- oder weiche Hirnhaut liegt dem Gehirn auf und dringt zwischen den Windungen ein. Sie enthält viele Blutgefäße, die das Gehirn ernähren, und ist daher leicht zu Entzündungen geneigt. Die wichtigsten Blutgefäße des Gehirnes sind: die zwei Kopfarterien, zwei Wirbelarterien und die zwei Drosselvenen.

Gehirn- und Rückenmarksnerven: Pheripheres Nervensystem der Wirbeltiere.

Aus den vorderen und hinteren Hörnern entspringen Nerven, die sogenannten Wurzeln der Rückenmarksnerven; je eine vordere und eine hintere Wurzel der rechten und ebenso die der linken Seite vereinigen sich zu einem rechten und linken Rückenmarksnerv. Die vorderen Fasern des Nerves durchdringen einen Nervenknotten, das Spinalganglion, ehe sie sich mit der hinteren Wurzel vereinigen. Durchschneidet man die vorderen oder hinteren Nervenwurzeln, so hört im ersten Falle die Beweglichkeit, im zweiten die Empfindung in den Gebieten der Körperoberfläche auf, in denen sich der betreffende Rückenmarksnerv ausbreitet. Die Rückenmarksnerven bestehen also aus Bewegungs- oder motorischen Fasern und aus Empfindungs- oder sensorischen Fasern. Durch den Willen werden also Nerven-erregungen, die in dem Centralorgan hervorgerufen werden, durch Bewegungsfasern nach aussen in die Muskeln geleitet, um diese zu bewegen; die sensorischen Fasern des Nervs leiten Reize, die durch Druck, Wärme etc. an der Körperoberfläche in den Sinnesorganen erzeugt werden, nach innen zu den Centralorganen und kommen dort als Empfindung zum Bewusstsein. Die Rückenmarksnerven treten zwischen je zwei Wirbeln rechts und links paarweise durch die Zwischenwirbellöcher nach aussen. Beim Menschen sind acht Paar Halsnerven, zwölf Paar Rückennerven, fünf Paar Lendennerven, fünf Paar Kreuzbein- und ein bis zwei Paar Steissbeinnerven vorhanden. Die Zahl der Nervenpaare stimmt, die Steissbeinnerven ausgenommen, mit der Zahl der Wirbel überein; jedem Körpersegment entspricht also im allgemeinen ein Wirbel und ein Nervenpaar. Die unteren Rückenmarksnerven verlaufen schief nach unten in die Beine und werden Pferdeschweif

genannt. Wie vom Rückenmark, so gehen auch vom Gehirn Nervenpaare aus.

Von der Basis des Gehirns laufen bei den höheren Wirbeltieren und beim Menschen die zwölf Gehirnnerven aus: 1. der Riechnerv in die Nase; 2. der Sehnerv in die Augen; 3. 4. und 6. die Augenmuskelnerven, nach dem senkrechten, wagrechten und schiefen Augenmuskel; 5. der dreigeteilte Nerv, Empfindungsnerven für das Gesicht und die Stirn, Bewegungsnerven für die Kaumuskeln; 7. der Gesichtsnerv, bewegt die Gesichtsmuskeln (Mienenspiel); 8. der Hörnerv, geht nach dem Ohre; 9. der Zungenschlundnerv, geht nach der Zunge als Geschmacksnerv und Bewegungsnerv für die Schlundmuskeln; 10. der herumschweifende Nerv (nervus vagus), geht nach dem Magen, zu den Stimm- und Atmungsorganen und steht mit den Eingeweidenerven in Verbindung; 11. der Beinerv, verlässt den Schädel mit dem herumschweifenden Nerv durch ein gemeinsames Loch (Beinerv) und geht nach den Nacken- und Schultermuskeln; 12. der Zungenfleischnerv, bewegt die Zunge und die Kehlkopfmuskeln.

Eingeweidenerven: Sympathisches Nervensystem der Wirbeltiere.

Von den Rückenmarksganglien des Keimlings sprossen Nerven hervor, die nach kurzem Laufe sich in segmental angeordnete Haufen von Nervenzellen oder Ganglien senken. Diese Nervenknoten sind längs des Körpers miteinander verbunden, und so entstehen rechts und links der Wirbelsäule die beiden Grenzstränge. Die Grenzstränge strahlen Bewegungsnerven nach dem Herz, der Lunge, dem Magen, dem Darm, den Gefäßen und Drüsen aus, stehen vorn mit den Gehirnnerven, namentlich mit dem herumschweifenden Nerv in Verbindung und bilden in der Brust- und Bauchhöhle netzförmige Nervengeflechte, z. B. das Sonnengeflecht unter dem Zwerchfell. Das sympathische Nervensystem bewirkt die unwillkürlichen Bewegungen der Eingeweide, die so sicherer wiederkehren, als wenn sie vom Willen abhängig wären.

Erkrankungen des Nervensystems.

Gehirnwassersucht: Wasseransammlung in den Gehirnhöhlen (Wasserkopf), häufig bei Kindern. Gehirnentzündung:

Entzündung des Gehirns und der Hirnhaut. Folgen sind: Krämpfe, Erbrechen, Bewusstlosigkeit, Lähmung. Gehirnerschütterung: durch Schlagen, Stossen an den Kopf; sie erzeugt ähnliche Erscheinungen wie die Gehirnentzündung. Gehirnschlag: die Wände der Blutgefässe verkalken im Alter, werden brüchig, zerreißen; das Blut tritt in die Hirnsubstanz ein und zertrümmert diese. Das Leben hört auf, oder die geistigen Thätigkeiten und die Bewegung, die in den betreffenden Centren ihren Sitz haben, werden aufgehoben oder gestört: Blindheit, Stummheit, Lähmung von Armen, Beinen, Sprachstörungen etc. Erkrankung des Rückenmarks: Lähmung und Abstumpfung des Gefühls in den Armen und Beinen; Schmerzen und Krämpfe in den Muskeln. Geisteskrankheiten: vorübergehende Störungen in den Centren geistiger Thätigkeit mit Fieber verbunden = Phantasien, Delirien; bleibende Störung ohne Fieber = Verrücktheit, Irrsinn, Wahnsinn. Das Fortarbeiten des Gehirnes im Schlafe bedingt das Träumen.

Pflege des Nervensystems.

Leite auf Grund der gewonnenen Kenntnisse folgende Forderungen ab: 1. Sorge für richtige Ernährung (Eiweiss und phosphorhaltige Fette = Nervensubstanz), gute Luft, genügende Bewegung, ruhigen Schlaf. 2. Vermeide Überanstrengungen und Überreizungen des Gehirns durch übermässige geistige Arbeit, tief gehende und andauernde Gemütseregungen; Kummer, Trübsinn, Zorn, Ärger, Schreck, Ausschweifung haben Nervosität und Neuralgie zur Folge. Suche hingegen gleichmässige Heiterkeit, Freude am Leben und an der Arbeit zu bewahren: Freude, Mässigkeit und Ruh schliesst dem Arzt die Thüre zu. 3. Vermeide übermässigen Genuss von Branntwein, Wein, Bier, Kaffee, Tabak. 4. Bewahre das Gehirn vor starken Erschütterungen (durch Schlag, Stoss, Fall), vor grosser Hitze (Sonnenstich) und vor Kälte. 5. Zweckentsprechende körperliche und geistige Übungen in planmässiger Reihenfolge haben für eine gleichmässige Ausbildung und Verknüpfung aller Gehirnscentren zu sorgen, um körperliche und geistige Gewandtheit und eine harmonische Ausbildung aller Seelenkräfte herbeizuführen. 6. Den Kindern soll vor dem schulpflichtigen Alter keine geistige Arbeit zugemutet werden; Bewegung, Spiel, Essen und Schlaf sollen seine Beschäftigungen sein. — Ohnmächtige mit bleichem

Gesicht lege man hin, Ohnmächtige mit rotem Gesicht richte man auf! Vom Blitz Getroffene behandle man folgendermassen: Löse alle beengenden Kleidungsstücke, besprenge Gesicht und Brust mit kaltem Wasser oder Essig, reibe den Körper und leite künstliche Atmung ein!

Temperamente.

Durch jeden Reiz findet mehr oder weniger eine Umlagerung der Moleküle in den Nerven statt: die Nerven sind erregbar. Man beschreibe die Wirkungen, die ein und derselbe Reiz, dasselbe Erlebnis auf verschiedene Personen gemacht hat, und man wird finden, dass bei verschiedenen Personen die Erregung verschieden stark und verschieden lang anhält. Man sagt, die Personen haben verschiedene Temperamente. Man unterscheidet gewöhnlich folgende vier Temperamente; sie kommen aber nie vollständig rein vor, sondern sind mehr oder weniger gemischt:

1. Grosse Erregbarkeit und grosse Nachwirkung = Choleriker: ernst, energisch, zornig, herrschsüchtig, konsequent.

2. Grosse Erregbarkeit und geringe Nachwirkung = Sanguiniker: heiter, lebhaft, hitzig, leichtsinnig, unzuverlässig.

3. Geringe Erregbarkeit und geringe Nachwirkung = Phlegmatiker: bedachtsam, kalt, gleichgültig, träge.

4. Geringe Erregbarkeit und grosse Nachwirkung = Melanchoniker: tiefsinnig, traurig, selbstsüchtig.

Gefühlsorgan der Wirbeltiere.

Untersuche Körper 1. nach der Oberflächenbeschaffenheit (rauh, eckig, spitz, scharf, rund, weich, hart), 2. nach der Form und Grösse (mit geschlossenen Augen: Bewegungen!), 3. nach der Festigkeit, dem Gewicht, der Wärme! — Hautstück von einem Rind. Modell: Längsdurchschnitt durch die Haut.

Farbige Abbildungen.

Der Lanzettfisch hat in der äussersten Hautlage cylinderförmige und birnförmige Zellen nebeneinander stehen. Die birnförmigen Zellen tragen an dem äusseren spitzen Ende einen über die Oberfläche emporragenden, haarförmigen Fortsatz. Das innere stumpfe Ende geht in einen Nerv über, der mit den Zellen des Centralnervensystems in Verbindung steht. Der Fortsatz nach aussen und die Nervenverbindung nach innen machen diese Zellen zu Sinneszellen, zu Zellen, die einen äusseren Reiz durch den Fortsatz aufnehmen, auf die Zelle übertragen und durch den

Erklärung zu Tafel IX.

1. Tastfleck aus der Fischhaut. *a* Nervenzellen. *b* Oberhaut. *n* Zutretender Nerv.

2. Tastkörperchen (aus der Vogelzunge). *h* Äussere Hülle. *s* Scheidewände, dazwischen die Nervenpackete. *a* Zutretender Nerv.

3. Tastkolben oder Pacinisches Körperchen (aus dem Entenschnabel). *n* Zutretender Nerv mit Zellen der Nervenscheide. *i* Innenkolben mit 2 Reihen von Kolbenzellen. *l* Umhüllungen.

4. Wallwärzchen (vom Kalb) *wz.* *g* Wallgraben. *w* Wall. *s* Schmeckzellen. *n* Nerv.

5. Epithelstück aus der Riechschleimhaut (vom Neunauge, ähnlich beim Salamander). *e* Epithelzellen. *r* Riechzellen.

6. Vorderkopf eines Ganoidfisches. *v* Vordere, *h* hintere Nasenöffnung. Riechschleimhaut gefaltet zur Vergrösserung der Oberfläche.

7. Geruchsorgan einer Eidechse. *v* Vordere, *h* hintere Nasenöffnung. *a* Äussere Nasenhöhle, Vorhöhle. *i* Innere Nasenhöhle, Riechhöhle, mit Sinneszellen. *sch* Schleimhaut des Mundes. *p* Jakobsonsches Organ, das der Kieferhöhle oder Nebenhöhle analog ist. Siehe 9, *kh*!

8. Querschnitt durch die linke Nasenhöhle eines Vogels (kleiner Würger). *om*, *mm* Obere und mittlere Muschel. *o* und *u* Unterer Nasengang. *l* Luftraum, der die obere Muschel nach aussen biegt.

9. Stirnschnitt durch die Nasenhöhle des Menschen, rechte Hälfte. *sh* Schädelhöhle. *hg* Harter Gaumen. *ok* Oberkiefer. *kh* Kieferhöhle, mit Eingang. *n*, *m*, *o* Untere, mittlere und obere Muschel. *I. II. III.* Unterer, mittlerer und oberer Nasengang. *sl* Siebbein. *t* Mündung des Thränennasengangs.

10. Erste Anlage des Gehörorgans der Wirbeltiere. *h* Hörbläschen, gebildet durch Einsenkung der Oberhaut.

11. Gehörorgan der Knochenfische (häutiges Labyrinth). *n* Ovale, *s* rundes Säckchen. *ol*, *ob*, *hb* Vorderer, äusserer und hinterer Bogen mit Erweiterungen oder Ampullen. *sch* Anfang der Schnecke.

12. *I.* Gehörorgan des Menschen. *om* Ohrmuschel. *gg* Gehörgang. *tf* Trommelfell. *gk* Gehörknöchelchen. *th* Trommelhöhle. *er* Eustachische Röhre, führt nach *rh*, der Rachenhöhle. *of*, *rf* Ovale und rundes Fensterchen. *k* Knöcherne Umhüllung des häutigen Labyrinths. *lg* Lymphgang des inneren Lymphraumes der häutigen Höhle. *lg'* Des äusseren Lymphraumes der knöchernen Höhle. *u* Ovale Säckchen mit den 4 Bogen *s* Rundes Säckchen mit der Schnecke.

II. Querschnitt der Schnecke. *k* Knöcherne Wand. *gm* Grundmembran, darauf die Hörzellen mit Haaren, darüber die Cortische Membran *cm*. *rm* Reissnersche Membran. *vt* Vorhoftreppe. *pt* Paukentreppe. *hs* Häutige Schnecke (mittlere Treppe). *n* Hörnervzweig.

III. Das Cortische Organ.

IV. Grundmembran des Cortischen Organs mit den quer laufenden Fasern.

V. Gehörknöchelchen: Hammer, Amboss, Steigbügel.

13. Entwicklung des Wirbeltierauges. *I.* Primitive Augenblase *b*, vom Gehirn *h* gebildet. *s* Sehnervanlage. *o* Oberhaut, vordringend (Linse). *II.* Augenblase, eingestülpt, doppelwandig. *n* Vorderwand, die Nervenhaut. *p* Hinterwand, die Pigmentschichte. *l* Linse, von der Oberhaut gebildet. *g* Glaskörper, vom Mesoderm gebildet.

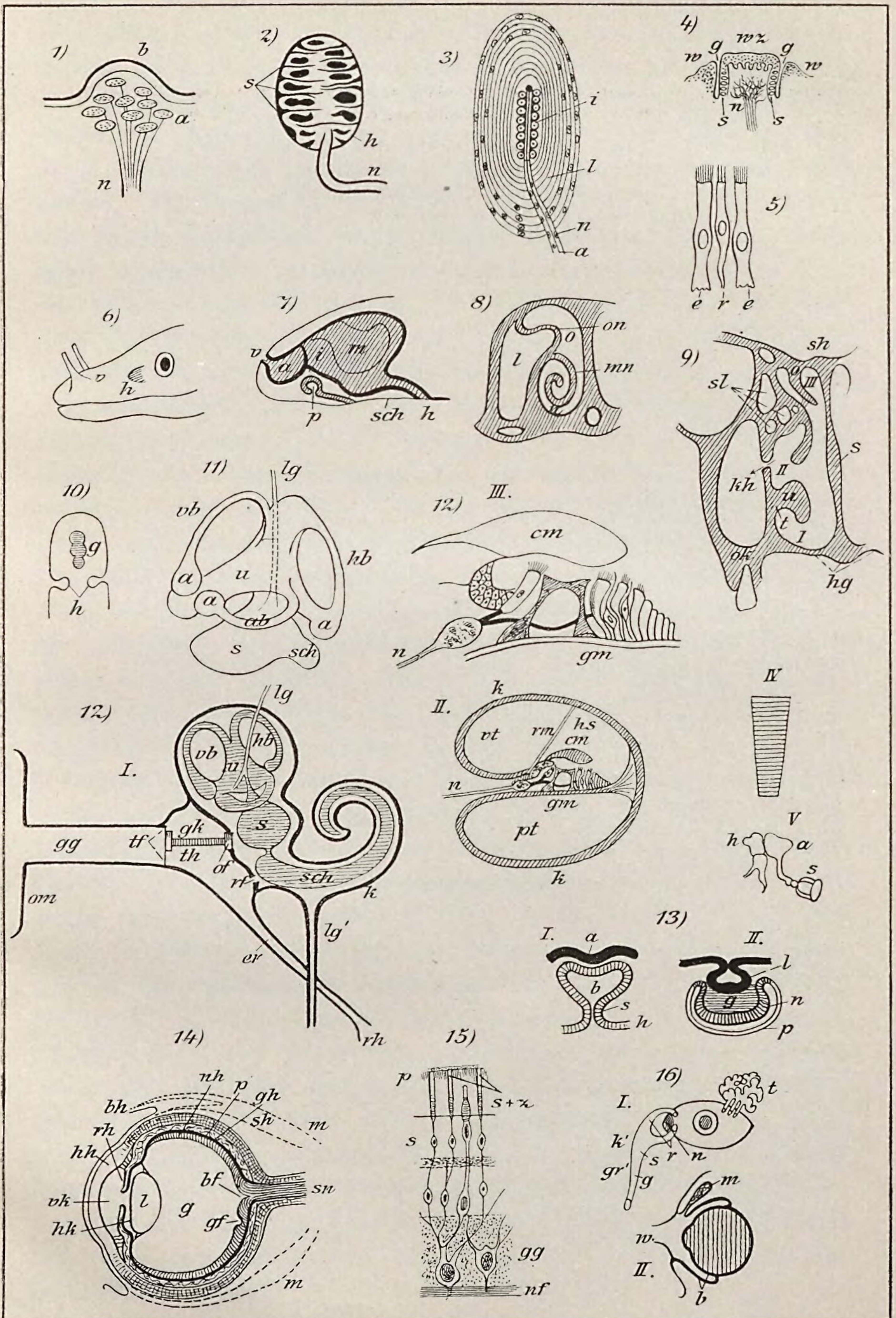
14. Schnitt durch das Auge. *sn* Sehnerv, der sich ausbreitet in die Nervenhaut *nh* mit dem Pigmentepithel *p*. *gh* Gefässhaut mit Regenbogenhaut *rh* und Ciliarmuskel. *sh* Sehnenhaut mit der Hornhaut *hh*. *bh* Bindehaut. *gf* Gelber Fleck. *bf* Blinder Fleck. *g* Glaskörper. *l* Linse. *vk*, *kk* Vordere und hintere Augenkammer.

15. Nervenschicht (Retina). *nf* Nervenfaserschicht, am Glaskörper gelegen. *gg* Ganglienschichte. *s* Sehzellenschichte. *s* und *z* Stäbchen- und Zapfenschichte. *p* Pigmentschichte.

16. *I.* Thränenapparat der Säugetiere. *t* Thränendrüse mit den Ausführgängen, in mehrere Teile zerlegt. *r* Thränenröhrchen. *s* Thränensack. *g* Thränenasengang.

II. Meibomsche Drüse (Augenschmalzdrüse) im oberen Augenlid *m*. *b* Bindehaut des Auges. *w* Wimpern.

Tafel IX.



Nerv in das Centralorgan leiten, wo er als Empfindung zum Bewusstsein kommt. Bei den andern Fischen und Amphibien stehen solche Tastzellen in Hügeln beisammen, oft geschützt in Vertiefungen, in Seitenlinien (Karpfen!). Bei den ungeschwänzten Amphibien treten Tastzellen nahe beisammen unter der Oberhaut als Tastflecken auf und stülpen die Haut warzenartig nach aussen. Bei Schlangen und Vögeln treten in der Mundhöhle und in der Wachshaut die Tastzellen dicht gedrängt, von einer Haut umschlossen, packetartig als Tastkörperchen auf. Bei den Säugern windet sich der in die Tastkörperchen einführende Nerv knäuelartig zusammen und endet in einer Ganglienzelle, oder in mehreren, die im Umfang der Tastkörperchen liegen. Von den Reptilien an treten neben den Tastkörperchen noch andere Tastorgane, die Kolbenkörperchen auf. Der einführende Nerv und die Zellsäulen zu beiden Seiten bilden zusammen einen länglichen Kolben, der von einer vielschichtigen Hülle eingeschlossen ist; der Druck wird also durch Vermittelung der Hülle und der Kolbenzellen auf den Nerv übertragen. Die Tastkörperchen und Kolbenkörperchen finden sich in den Papillen der Lederhaut, die Kolbenkörperchen aber auch in den Bändern und Sehnen der Gelenke — hier kommen durch dieselben Empfindungen und Vorstellungen von den Bewegungen zustande —, in den Organen der Körperhöhle, in der Flughaut der Fledermäuse. Wärmereize nehmen wahrscheinlich die freien Nervenendigungen in der Lederhaut auf. Fingerspitzen, Handflächen, Zungenspitzen, Lippen sind dicht, Rücken, Arm hingegen nur wenig mit Tastkörperchen besetzt. Die Bewegungsempfindungen und ihre Erinnerungen sind für die Überführung aller Bewegungen und für das Vorstellungsleben von der grössten Bedeutung. Besonders empfindlich ist der Tastsinn für Bewegungen der Muskeln (Muskelsinn), Sehnen und Bänder: Zeichner, Klavierspieler etc. Die Bewegungsempfindungen und Bewegungsvorstellungen sind sehr wichtig, wenn wir das Auge gebrauchen, wenn wir turnen, schreiben, zeichnen, wenn wir einen Körper nach seinem Gewichte, nach seiner Oberflächenbeschaffenheit und Form untersuchen. — Wenn Bewegungen ausgeführt werden, wirkt immer ein Druck als Tastreiz auf die Tastorgane; diese nehmen den Reiz auf und pflanzen ihn nach dem Gehirn fort, wo er als Tastempfindung zum Bewusstsein kommt.

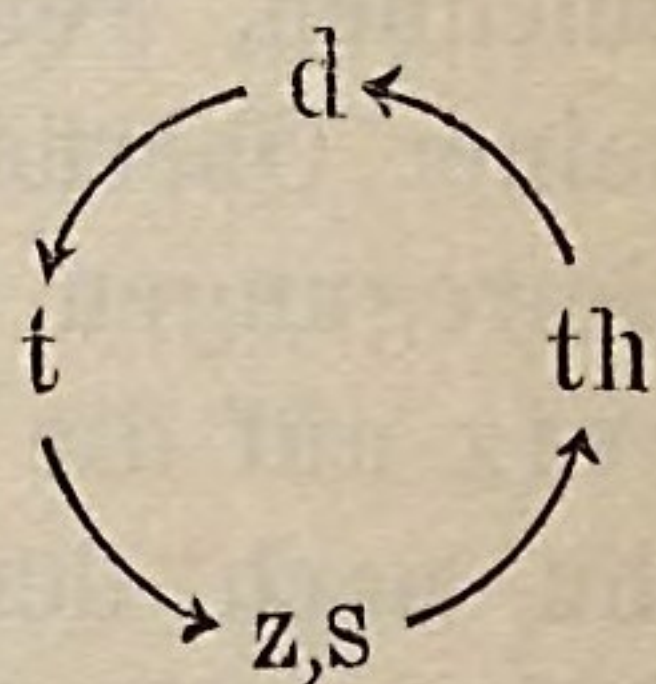
Geschmacksorgan der Wirbeltiere.

Beobachtungen: Wie Tiere Geschmack zeigen! — Bewegung und Stellung der Zunge bei Erzeugung der Zungenlaute: d, l, r etc. — Die verschiedenen Geschmacksempfindungen: sauer, süß, bitter, salzig. — Der hintere Teil der Zunge schmeckt am schärfsten. — Thätigkeit der Zunge beim Kauen. — Betrachte die Zungenwärzchen!

In der Mundhöhle und auf der Zunge nehmen gewisse Zellen eine Spindelform an und gruppieren sich zu einem becher- oder knospenförmigen Gebilde. Andere Zellen im Inneren dieser Gebilde tragen oben feine Stäbchen und stehen unten mit den feinsten Verzweigungen des Geschmacksnervs in Verbindung; diese Geschmacksknospen oder Geschmacksbecher sind die Geschmacksorgane. Die Körper, welche geschmeckt werden sollen, müssen in flüssiger Form sein; sie üben dann einen chemischen Reiz auf die Sinneszellen aus. Der Reiz wird durch den Geschmacksnerv nach dem Gehirn fortgepflanzt und erscheint der Seele als Geschmacksempfindung. Die Geschmacksempfindlichkeit ist sehr gross: Strychnin z. B. wird schon geschmeckt, wenn es $\frac{1}{2000000}$ der Lösung ausmacht.

Der wichtigste Träger der Geschmacksorgane der höheren Wirbeltiere und des Menschen ist die Zunge; auch Gaumen und Zäpfchen sind am Geschmacke beteiligt. Die Zunge besteht aus zwei vereinigten, starken Muskeln, die am Zungenbein beginnen und im unteren Kiefer nach aussen verlaufen. Sie ist mit vielen kleineren Muskeln, die am Unterkiefer entspringen, verbunden und wird dadurch ausserordentlich beweglich und kann die mannigfaltigsten Formen annehmen. Der senkrecht stehende bandartige Muskel, der die untere Zungenfläche mit dem Boden der Mundhöhle verbindet, heisst Zungenbändchen; wenn es zu weit nach vorn reicht, muss es des Sprechens wegen durchgeschnitten werden. Die Schleimhaut, welche die Zunge überkleidet, ist mit zahllosen kleinen Wärzchen bedeckt, die teils Tastorgane, teils Geschmacksorgane sind. Der Geschmack ist an dem hinteren Teil der Zunge, der Zungenwurzel, am stärksten, an der Unterseite aber gar nicht entwickelt.

Die Zunge hat folgende Verrichtungen: 1. Sie ist Geschmacksorgan, mit dem die Nahrung geprüft wird. 2. Sie ist ein Sprachorgan; sie dient zur Erzeugung der Zungenlaute; beobachte die Erzeugung



von d, t, s, l, r! Alle Zungenlaute werden auf ähnliche Weise erzeugt; sie gehen daher auch leicht ineinander über, wie es die Lautverschiebung zeigt: salt wurde salz, liuth—lied, dag—tag. 3. Sie ist Tastorgan und giebt Auskunft über kalte und heisse Speisen. 4. Sie ist beim Kauen behilflich; denn sie bewegt die Speisen unter die Zähne etc.

Geruchsorgan der Wirbeltiere.

Beobachtungen: Scharfriechende Tiere und ihre Vorteile. Feuchte Schnauze des scharfriechenden Hundes; Nasenmuschel vielfach gefaltet; Schnüffeln, Schnuppern = rasches Einziehen der Luft. Modell: Längsschnitt der Nase. Farbige Abbildungen.

Die Geruchsorgane entstehen als grubenförmige Einsenkungen der Oberhaut (Riechgruben). Zwischen den Epithelzellen stehen schlanke Zellen; sie sind am äusseren Ende mit Wimpern besetzt, und die inneren Enden stehen mit feinen Fäden des Riechorgans in Verbindung. Die Riechzellen können aus den Tastzellen der niederen Tiere abgeleitet werden. Der **Lanzettfisch** hat eine einzige Riechgrube. Die **Rundmäuler** haben ein paarig angelegtes Organ, aber gewöhnlich nur eine Öffnung nach aussen. Bei den **Lungenfischen** ist der Oberkiefer zum ersten Male doppelt durchbohrt, so dass die Riechgrube mit dem Mund durch Gänge, die Choanen, in Verbindung steht. Die Luft wird jetzt regelmässig wechselnd an den Riechzellen vorbeigeführt und geprüft, ob sie erträglich oder schädlich sei. Von den **Amphibien** und den Reptilien an rücken die Riechgruben mehr in die Tiefe, in das Schädelskelett. Die riechende Fläche wird durch knorpelige Falten der unteren Nasenmuschel vergrössert und durch Drüsen feucht erhalten. Bei den **Säugetieren** und dem **Menschen** tritt noch die mittlere und obere Nasenmuschel und die äussere Nase hinzu, die von dem Nasenbein und einem Knorpelgerüste, das vom Siebbein ausgeht, gestützt wird. Die Form der Nase passt sich den verschiedenartigen Verrichtungen an. Die Nase kann zu einem Tast-, Wühl- und Greiforgan (Rüssel) werden. Die Wand, die die beiden Riechgruben trennt, wird immer schmaler. Bei dem Menschen steht die Nasenhöhle in Verbindung mit den Stirn-, Keil- und Siebbeinhöhlen und mit den Höhlen der Oberkiefer. In die Nasenhöhle senden auch die Thränendrüsen durch die Thränenkanäle ihre

Flüssigkeit, um die Schleimhaut feucht zu erhalten. Die Riechzellen finden sich besonders in der unteren und mittleren Nasenmuschel. Der Stoff, der auf die Riechzellen wirken soll, muss gasförmig sein. Die Teilchen des Gases reizen auf chemische Weise die Riechzellen, und der Riechnerv pflanzt die Erregung nach dem Gehirn fort. Die Empfindlichkeit des Geruchsinnes ist so gross, dass man noch $\frac{1}{2000000}$ mg Moschus wahrnehmen kann. Wimperhaare an der Innenwand der Nase befreien die Atemluft von Staub, Russ etc.

Verrichtungen: Die Nase dient 1. zum Riechen, d. h. zum Prüfen der Luft und der Nahrungsmittel; 2. zum Atmen; die Luft wird durch die Nase eingezogen und in den Höhlen vorgewärmt; 3. zur Bildung der Nasenlaute (m, n, ng).

Erkrankungen: Entzündung der Nasenschleimhaut nennt man Schnupfen; er kann sich auf Rachen und Kehlkopf ausbreiten. Wucherungen auf der Nasenschleimhaut heisst man Polypen. — Zu starke Gerüche machen Kopfweh und stumpfen den Geruchssinn ab.

Pflege: Leite folgende Forderungen ab: 1. Man achte darauf, dass Kinder nicht in der Nase bohren oder Bohnen, Steinchen etc. in die Nase stecken. 2. Man muss fleissig die Nase reinigen. 3. Man vermeide zu starke Gerüche. 4. Man schütze sich vor Erkältung. 5. Man ziehe bei Nasenkrankheiten den Arzt zu Rate. 6. Man schärfe den Geruchssinn durch Übung.

Gehörorgan der Wirbeltiere.

Anschaung: Höre mit der Hand am Ohr. „Ohrenspitzen“ beim Pferde etc. Hörrohr. Taschenuhr an die Stirne gedrückt, oder zwischen die Zähne genommen (Leitung des Schalles durch Knochen). Bedeutung des Gehörs für die Katze, die Eule etc., für den Menschen: Hilfsschrei, Signal durch Schallerzeugung. Taubstumme haben kein Gehör und daher keine Sprache; Musiker. Modelle. Farbige Abbildungen. — Wiederholung der notwendigen Versuche aus der Lehre vom Schall. Drehe eine Schüssel mit Wasser; das Wasser wird nicht mit bewegt, aber die Haare eines Pinsels, der hineingehalten wird, werden in entgegengesetzter Richtung gebogen.

Entwicklung: Das Gehörorgan der Wirbeltiere wird rechts und links vom Nachhirn an Stelle der ersten Kiemenspalte oder des Spritzloches angelegt. Das äussere Keimblatt senkt sich ein und bildet eine Blase. Diese schnürt sich ab, rückt immer mehr

nach innen und setzt sich mit dem vom Gehirn auswachsenden Gehörnerv in Verbindung.

Die ursprünglichste Form des Gehör-, Geruchs- und Geschmacksorgans ist ein vom äusseren Keimblatt gebildetes Bläschen, das mit borstentragenden Sinneszellen und Stützzellen ausgekleidet und mit Gehörnervendigungen versehen ist; man darf annehmen, dass die Gehörzellen wie die Geschmacks- und Geruchszellen umgebildete Tastzellen sind.

Fische: Schon frühe schnürt sich die Hörblase ein, so dass man an ihr zwei in Verbindung stehende Blasen, das ovale und runde Säckchen, unterscheiden kann. Aus dem ovalen Säckchen erheben sich bei niederen Fischen 1—2, bei den Knochenfischen drei bogenförmige Schläuche und kehren in die Säckchen zurück: der vordere, hintere und äussere (wagrechte) Bogengang. Sie stehen rechtwinklig zu einander, entspringen mit blasenförmigen Erweiterungen, den Ampullen, und sind mit Sinneszellen versehen. Das runde Säckchen, auch der Vorhof genannt, hat nur einen kleinen knopfförmigen Anhang, der sich bei höheren Tieren verlängert und spiralig zusammenrollt: die häutige Schnecke. Säckchen, Bogengänge und Schnecke heisst man zusammen das häutige Labyrinth. Das Gewebe, das das häutige Labyrinth umgiebt, verknöchert und bildet einen von knöchernen Wänden umgebenen Hohlraum, das knöcherne Labyrinth, welches das häutige genau nachbildet. An zwei Stellen erhält die knöcherne Wand eine ovale und runde Öffnung. Diese Öffnungen werden mit einer dünnen Haut verschlossen; so entstehen das ovale und das runde Fensterchen. Das häutige und knöcherne Labyrinth schliessen sich nicht fest aneinander; der Hohlraum zwischen beiden ist mit einer lymphartigen Flüssigkeit, dem äusseren Gehörwasser, angefüllt; im Inneren des häutigen Labyrinthes befindet sich das innere Gehörwasser. Die Schallwellen dringen durch das Spritzloch oder die Kiemenhöhlen ein; feste Schalleiter sind die Kiemendeckel.

Amphibien: Bei den Landtieren rückt das Gehörorgan tiefer in den Schädel. Zwischen Körperoberfläche und Gehörorgan entsteht ein Hohlraum, die Trommel- oder Paukenhöhle; der Eingang ist bei den schwanzlosen Lurchen durch

eine Haut, das Trommelfell, verschlossen. Paukenhöhle und Rachenhöhle sind durch einen Kanal, die Ohrtrompete (Eustachische Röhre), verbunden.

Reptilien und Vögel: Die Schnecke vergrößert sich und bildet bei Krokodilen und Vögeln den Anfang einer Spirale. Sie weisen die ersten Andeutungen eines Gehörgangs ausserhalb des Trommelfells und einer Ohrmuschel auf.

Säugetiere und Mensch: Der Verbindungsgang zwischen dem ovalen und runden Säckchen ist verschwunden. Die Schnecke wächst zu einem langen Rohre aus, das mehrere Spiralwindungen macht (Wale $1\frac{1}{2}$, Mensch 3). Als Stütze der häutigen Schnecke bildet sich eine knöcherne Achse aus. An dieser windet sich ein knöchernes Spiralblatt empor; es ragt aber nur bis in die Mitte des Hohlraumes der knöchernen Schnecke hinein. Die häutige Schnecke erscheint auf dem Querschnitt dreieckig. Die Fortsetzung des Spiralblattes bis zur gegenüberliegenden Wand der knöchernen Schnecke ist eine dünne elastische Haut, die sogenannte Grundmembran. Sie bildet die eine Seitenwand der häutigen Schnecke. Die zweite Seitenwand heisst Reissmersche Haut und die dritte bildet ein Wandstück der knöchernen Schnecke. Neben der häutigen Schnecke bleiben also noch zwei Kanäle in der knöchernen Schnecke übrig: der Vorhof- und der Trommelgang. Sie sind mit Gehörwasser angefüllt und stehen an der Spitze der Schnecke miteinander in Verbindung. Die Grundmembran besteht aus verdickten, elastischen Fasern (beim Menschen 16—20000), die nach Art der abgestimmten Stäbchen einer Stahlharmonika oder der Saiten einer Harfe immer kleiner werden. Auf diesen Fasern stehen neben Stützzellen, eigentümliche Zellen, die Wimperbüscheln in das Gehörwasser senden und mit Fasern des Gehörnerves in Verbindung stehen; es sind die Hörzellen. Über ihnen steht die Deckmembran, die wahrscheinlich wie ein Dämpfer wirkt. Die Bogengänge sind mit ähnlichen Sinneszellen, mit Gehörsteinchen (kohlensaurer Kalk) und Gehörwasser versehen. Der Hörnerv sendet Äste in das ovale und runde Säckchen, in die Bogengänge und in die Achse der Schnecke. Von dieser gehen Verzweigungen des Hörnervs in die Grundmembran zu den Hörzellen. Eine in einen Knorpelring gespannte dünne elastische Haut, das Trommelfell, trennt den Gehörgang in einen äusseren Gehörgang und in

einen inneren, die Trommel- oder Paukenhöhle. Im äusseren Gehörgang bilden sich die Ohrschmalzdrüsen. In der Trommelhöhle wird das Trommelfell mit dem ovalen Fensterchen durch mehrere gelenkenartig verbundene Gehörknöchelchen: Hammer, Ambos und Steigbügel verbunden. Die Trommelhöhle steht durch die Eustachische Röhre mit der Mundhöhle und dadurch mit der äusseren Luft in Verbindung. Am Anfang des Gehörganges können sich leicht bewegliche Ohrmuscheln entwickeln. Bei Menschen sind die Muskeln, die die Ohrbewegung hervorbringen, nur noch wenig ausgebildet und die Beweglichkeit ist fast verloren gegangen. Die Härchen und das Ohrenschmalz in dem äusseren Gehörgang halten Staub, kleine Körperchen etc. fest und schützen so das Trommelfell und das innere Ohr. Das Felsenbein stellt gleichsam eine Kapsel für das ganze Gehörorgan dar.

Verrichtung und Bedeutung des Gehörorgans.

Der schallende Körper setzt die Luft in schwingende Bewegung. Die Ohrmuscheln fassen die Luftwellen auf; im äusseren Gehörgang werden sie zum Trommelfell fortgepflanzt. Das erschütterte Trommelfell, die Gehörknöchelchen und das ovale Fensterchen verstärken die Schwingungen und leiten sie nach dem Gehörwasser ausserhalb und innerhalb der häutigen Schnecke fort. Die Schwingungen des Gehörwassers reizen die Hörzellen, und der Gehörnerv pflanzt den Reiz nach dem Gehirn fort, wo er als Schallempfindung zum Bewusstsein kommt, d. h. auf unerklärliche Weise von der Seele wahrgenommen wird. Das menschliche Ohr merkt es schon, wenn statt 1000 Schwingungen $1000\frac{1}{5}$ Schwingungen in der Sekunde erfolgen. Die Unterscheidungsfähigkeit ist also gross. Wenn ein Körper mehr als 40 000, und weniger als 16 Schwingungen in der Sekunde macht, werden seine Schwingungen nicht mehr wahrgenommen; die Wahrnehmung der Schallschwingungen ist also auf das Gebiet zwischen diesen Zahlen beschränkt; folglich müssen auch die Wahrnehmungen und die menschliche Erkenntnis auf dem Gebiet des Gehörs unvollkommen bleiben.

Die Tiere benützen das Gehör, um Beutetiere zu hören, Feinden und gefahrbringenden Vorgängen aus dem Wege zu

gehen, um sich mittelst der Stimme, Schallerzeugung und anderem zu verständigen. Hilfs- und Warnungsrufe und Signale (Nebelhorn, Glocken etc.) des Menschen spielen eine ähnliche Rolle. Ohne Gehör entstünde keine Sprache, ohne Sprache keine Begriffe, kein Austausch der Gedanken, keine Wissenschaft, keine Kunst, keine Kultur.

Wenn der menschliche Körper sich dreht oder schwingt, so werden die Haarbüschel der Sinneszellen vom Gehörwasser und den Gehörsteinchen in einer bestimmten Richtung und mit einer bestimmten Stärke gebogen, so dass diese Sinneszellen uns Wahrnehmungen über die Richtung und die Geschwindigkeit der Bewegungen vermitteln können.

Erkrankungen des Gehörorgans.

1. Schwerhörigkeit wird veranlasst: wenn Ohrschmalz sich ansammelt und hart wird; wenn das Trommelfell im Alter sich verdickt; wenn durch Bohren oder durch Schlagen an das Ohr das Trommelfell durchlöchert wird; wenn die Ohrtrumpete bei Schnupfen durch Schleim sich verstopft. 2. Erkältungen bringen Entzündung und Ohrensausen. 3. Taubgeborene können die Sprache nicht hören und nachahmen; daher bleiben sie auch stumm, sind also taubstumm. 4. Durch Hautkrankheiten wie Scharlach und Masern; durch anhaltendes Ohrensausen kann der Gehörnerv gelähmt werden.

Pflege des Gehörorgans.

Leite aus den gewonnenen Kenntnissen folgende Sätze ab: 1. Der äussere Gehörgang ist rein zu halten und öfters durch laues Wasser vom Ohrenschmalz zu befreien (Ausspritzen). 2. Man bohre nicht mit spitzen Gegenständen in dem Ohre und warne die Kinder davor, Bohnen, Steinchen etc. in das Ohr zu stecken. 3. Heftige Erschütterungen des Ohres durch Schlagen, Stossen, Ziehen, Fallen sind zu vermeiden. 4. Heftige Schalleindrücke kann man schwächen, wenn man den Gehörgang durch Wattpfropfen verschliesst und den Mund öffnet (Kanonenendonner). 5. Man schärfe das Ohr durch Übung. 6. Die Taubstummen kann man lehren, mittelst Tasten und Sehen die Sprachorgane zur Erzeugung der Laute auszubilden und auch die Sprache ohne Gehör zu erlernen. 7. Besonders in der Schule ist zu beachten,

dass mehr Kinder ein geschwächtes Gehör haben (12 %) und schwerhörig sind (3 %), als man gewöhnlich meint; dies um so mehr, weil oft die betreffenden Kinder und ihre Eltern selbst nichts von dem Gebrechen wissen. (Prüfung vermittelt einer Taschenuhr, die ein normales Gehör aus gewisser Entfernung ticken hört.)

Sehorgan der Wirbeltiere.

Anschaung: Man zeige an dem Auge von einem Rind, Schwein, Huhn, Schellfisch mit Hilfe des Messers: Linse, Glaskörper etc. Modell. Sammlung der Lichtstrahlen durch Konvex- und Zerstreuung durch Konkavlinsen. Der Kurzsichtige; der Weitsichtige; Beschaffenheit ihrer Brillengläser (Linsen). Star und Starbrille. Ein Blinder und seine Nachteile. Halte eine Sammellinse gegen ein Fenster etc. und fange das verkleinerte Bild auf weissem Blatt Papier hinter der Linse auf. Je näher der Gegenstand, um so stärker muss die Linse gekrümmt sein, wenn ein scharfes Bild entstehen soll und Linse und Papier (Netzhaut) die gleiche Lage beibehalten. Dunkelkammer. Zersetzung von Höllenstein, Bromsilber etc., gelöst auf Papier gebracht, durch das Licht (lichtempfindliche Platte). *zersetzt.*

a) Die lichtempfindlichen Teile. Schon früh in der Entwicklung stülpt sich die vordere Hirnblase rechts und links nach aussen und bildet die beiden Augenblasen; diese wachsen immer mehr gegen die Oberhaut des Kopfes und erhalten dadurch einen hohlen Stiel. Der Stiel verliert seine Höhlung, wird strangartig und bildet den Sehnerv. Die Oberhaut senkt sich an der Stelle, wo sie von der Augenblase berührt wird, nach innen und stülpt diese (wie der Finger einen Gummiball) vollständig ein, so dass sie zu einem doppelwändigen Becher wird, der seine Öffnung nach aussen kehrt; beide Wände verwachsen zur Netzhaut oder Retina, die beim Menschen nicht weniger als zehn Schichten zeigt: aus der inneren Becherwand entsteht die Farbstoff führende Pigmentschichte und aus der äusseren die Sehzellenschichte. Es wechseln zweierlei Sehzellen ab; die einen tragen stäbchenförmige, die anderen zapfenförmige Fortsätze; beim Menschen kommen bis 1 000 000 Stäbchen auf 1 qmm! Zwischen den Sehzellen findet sich ein rötlicher Farbstoff, der Sehpurpur, der vom Lichte zersetzt werden kann. Da die Augenblasen eingestülpt wurden, so haben die Sinneszellen ihr freies Ende — im Gegensatz zum Spinnenaug — nach aussen gerichtet und stehen durch das innere Ende mit den Sehnervfasern in Verbindung. Die Sehzellen entsprechen also Zellen

des Gehirns und nicht wie die Sinneszellen der übrigen Sinne besonders gestalteten Zellen des Ektoderms.

b) Die lichtbrechenden Teile. In dem Hohlraum des Augenbechers wuchert das Mesoderm und bildet Blutgefäße für das innere Auge und einen durchsichtigen zähflüssigen Körper, den Glaskörper. Die Oberhaut wuchert in das Innere des Auges, schnürt sich ab und bildet einen linsenförmigen Körper, die Linse. Sie hat weder Blutgefäße noch Nerven, ist durchsichtig, zwiebelartig geschichtet und kann gewölbt und abgeflacht werden. Dies geschieht durch das Zusammenziehen und Ausdehnen des kranzartigen Ciliarmuskels, der mit dem Umfang der Linse durch eine Membran in Verbindung steht. Die Linse der Säugetiere und des Menschen ist für die Ferne eingestellt. Wenn daher das Bild naher Gegenstände auf der Netzhaut entstehen soll, muss die Ciliarmuskel sich zusammenziehen, so dass die Linse stark gekrümmt und stärkere Brechung der Lichtstrahlen herbeigeführt wird.

Am Umfang des Auges entwickelt sich eine gefässreiche Haut, die Aderhaut oder Chorioidea, die für die Ernährung sorgt. Sie wächst vor der Linse vorhangartig zu einer farbigen Haut, der Regenbogenhaut oder Iris aus. Vor der Iris liegt die mit Lympfflüssigkeit gefüllte vordere, hinter ihr die hintere Augenkammer. Die Iris erhält einen länglichen oder runden Ausschnitt, das Sehloch oder die Pupille. Durch die kreisförmigen und radiären Muskeln der Iris kann die Pupille erweitert und verengt werden. Wo die Aderhaut in die Iris übergeht, entwickelt sich der Ciliarmuskel; die Aderhaut entspricht der weichen Gehirnhaut. Auf der Aderhaut liegt eine derbe Hülle, die harte Augenhaut, Sehnenhaut oder Skelera. Auf der Vorderseite des Auges ist sie durchsichtig und heisst dort Hornhaut oder Cornea.

Das Auge stellt einen äusserst vollkommenen photographischen Apparat dar. Als Reiz wirken Ätherschwingungen, die man Licht heisst. Die Augenlider bilden den Vorhang vor der Dunkelkammer, die Regenbogenhaut eine Blende, und Linse und Glaskörper sind die lichtbrechenden Mittel. Die Linse des Auges stellt sich aber von selbst für nahe und ferne Gegenstände richtig ein; sie akkommodiert sich so, dass stets ein scharfes Bild auf der Retina entworfen wird. Die schwarze Pigment-schichte entspricht der schwarzen Farbe der Dunkelkammer,

die die zurückgeworfenen Lichtstrahlen aufsaugt. Die Retina mit dem Sehpurpur vertritt die lichtempfindliche Platte des Photographen. Durch die Zersetzung des Sehpurpurs, ein chemischer Vorgang (riechen, schmecken!), werden die Sehzellen gereizt und der Reiz durch den Sehnerv nach dem Sehcentrum in dem Gehirn geleitet. Durch Vermittelung des Gehirns entsteht auf eine wohl für immer unerklärliche Weise in der Seele eine Wahrnehmung. Entfernte oder kleine Gegenstände geben ein kleines Netzhautbild; das Auge hat nun eine grosse Sehschärfe, wenn das kleine Netzhautbild entfernter oder sehr kleiner Gegenstände noch deutlich ist. Die Stelle, wo der Sehnerv in die Retina eintritt, ist nicht empfindlich und heisst blinder Fleck; neben daran in der Richtung der Augenachse ist ein gelbliches Grübchen, in dem die Sehzellen am dichtesten stehen, das ist die Stelle des deutlichsten Sehens, der gelbe Fleck. Die beiden Linien vom Mittelpunkt des Auges, nach dem obersten und untersten Punkte eines Gegenstandes (Kirchturm) gezogen, bilden den Sehwinkel. Je kleiner der Gegenstand (Kirchturm — Mann) und je grösser die Entfernung des Gegenstandes, desto kleiner der Sehwinkel und desto kleiner die scheinbare Grösse des Gegenstandes. Nach der Entfernung und der Grösse des Sehwinkels schätzen wir die wirkliche Grösse eines Gegenstandes: je grösser die Entfernung und der Sehwinkel, desto grösser der Gegenstand.

c) Hilfsorgane. Als solche können sich entwickeln: 1. Ein Fettpolster. Das Auge liegt geschützt in der von dem Kopfskelett gebildeten Augenhöhle, eingebettet in ein Polster von Fett, das vor Erschütterungen schützt, warm hält und die Bewegung erleichtert. 2. Sechs Augenmuskeln; sie entspringen im hinteren Teil der Augenhöhle und setzen sich am vorderen Teil des Augapfels an, vier gerade und zwei schiefe. Sie bewirken das Heben, Senken und Drehen des Auges. 3. Ein oberes und unteres Augenlid. Sie bestehen aus einem Knorpelplättchen, das vorn von der Oberhaut, innen von einer roten Schleimhaut, der Augenbindehaut, überzogen wird. 4. Der ringförmige Schliessmuskel unter der Haut der Augenlider schliesst das Auge, ein anderer, von oben rechtwinklig gegen die Lidspalte verlaufend, hebt das obere Augenlid. Die Augenlider bedecken schützend das Auge, wenn fremde Körper oder zu grelles

Licht eindringen will, und wenn der Schlaf eintritt. Die Augenbindehaut geht auf den vorderen Augapfel über. 5. Die Wimpernhare an den Lidrändern und die Augenbrauen über dem Auge schützen das Auge vor Staub, Schweiss etc. 6. Die Thränendrüsen, oberhalb des äusseren Augenwinkels in der Augenhöhle gelegen, sondern eine wasserhelle salzige Flüssigkeit durch mehrere Ausführgänge in dem äusseren Augenwinkel ab; sie fliesst am unteren Augenlid nach dem inneren Augenwinkel hin, wird dort von den beiden Thränenpunkten, den Eingängen zu den Thränenkanälchen im oberen und unteren Augenlide aufgenommen und nach dem Thränensack zwischen dem inneren Augenwinkel und Nase geleitet und endlich durch einen ziemlich langen Kanal unterhalb der unteren Nasenmuschel in die Nasenhöhle gebracht. Die Thränenflüssigkeit hält den Augapfel rein und vermindert die Reibung. Beim Weinen wird sie in grosser Menge abgesondert und läuft dann über das untere Lid als Thränen hinweg. 7. Die Meibom'schen Drüsen in den Augenlidknorpeln sondern das Augenschmalz, eine dickflüssige gelbliche Masse ab, die das Auge geschmeidig erhält.

Fische: Dem Lanzettfisch fehlt ein besonderes Sehorgan. Die Rundmäuler haben keine Linse, keine Iris, keine Skeletthaut; das Auge liegt unter der Haut, die hier durchsichtig ist. Die Linse der höheren Fische ist wie bei allen Wassertieren kugelförmig, stark lichtbrechend und im Gegensatz zu den Säugetieren für die Nähe eingestellt. Der Ciliarmuskel fehlt noch; an seiner Stelle ist ein Fortsatz der Gefässhaut vorhanden, der mit Muskelfasern versehen ist. Die Skeletthaut kann häutig, verknorpelt oder gar verknöchert sein. Die Fische brauchen keine Augen-drüsen.

Amphibien: Sie haben eine rundliche, eineknorpelige Skeletthaut und einen Ciliarmuskel wie alle folgenden Wirbeltiere. Bei den Schwanzlurchen tritt zuerst eine Drüse des unteren Augenlides auf. Sie trennt sich in die Nickhaut^{3me} Hardersche Drüse im vorderen Augenwinkel — nur bei dem Albinos, Affen und dem Menschen fehlt sie — und in die Thränendrüsen im hinteren (äusseren) Augenwinkel.

Reptilien und Vögel: Die Skeletthaut ist knorpelig und in ihrem vorderen Teile bei den ausgestorbenen Reptilien

und Amphibien mit einem Ring von Knochenplatten versehen. Der Augapfel der Vögel ist fernrohrartig in die Länge gezogen, die Augenmuskeln sind quer gestreift und reagieren blitzartig schnell. Die Augenlider der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel sind unbewegliche Hautfalten; von den hohen an ist aber eine Nickhaut vorhanden, eine Verdoppelung der Bindehaut hinter dem unteren Augenlid.

Säugetiere und Mensch: Bei den Säugetieren verkümmert die Nickhaut und erscheint bei dem Menschen nur noch als eine kleine Falte im inneren Augenwinkel. Die Augenlider besitzen einen Schliessmuskel; das obere einen Hebemuskel; die Huftiere ausserdem einen Niederdrücker für das untere Augenlid. Bei den Säugern treten erst die Meibom'schen Drüsen auf. Wie manche Reptilien so besitzen die Raubtiere, Robben, Wiederkäuer eine glänzende Schichte in der Aderhaut, die die leuchtenden Augen bedingt. Die Skeletthaut ist immer faserig, der Augapfel rund.

Wie die Erfahrung zeigt, pflanzen sich Ätherschwingungen des Lichtes auf weite Strecken mit grösster Schnelligkeit fort (Schall!), daher geben die Lichtstrahlen den empfindenden Lebewesen, den Tieren, ein ausgezeichnetes Mittel ab, Freund und Feind, nutz- und gefahrbringende Vorgänge aus weiter Entfernung wahrzunehmen, im Raume auf weite Strecken hin sich zu orientieren. Es ist daher erklärlich, dass gewisse Körperstellen sich diesen Reizen besonders anpassen, um sie möglichst schnell und deutlich aufzunehmen und zum Bewusstsein zu bringen.

Das menschliche Auge ist nur imstande die Regenbogenfarben von Rot bis Violett, d. h. die Farbstrahlen wahrzunehmen, die zwischen 400 und 900 Billionen Schwingungen in der Sekunde machen. Die Lichtstrahlen, die einerseits über Rot und anderseits über Violett hinaus liegen, sieht das menschliche Auge nicht. Also sind die Wahrnehmungen des Gesichtsinnes und ihre Erinnerungen, die Gesichtsvorstellungen beschränkt; das Gleiche gilt aber auch von den anderen Sinnen. Das Wissen des Menschen muss folglich „Stückwerk“ bleiben.

Das menschliche Auge hat die grösste Empfindlichkeit für Gelb und Blau; um einen Unterschied in der Empfindung Blau festzustellen, genügt es, die Wellenlänge um $1\frac{3}{4}$ Millionstel mm abzuändern. Die Fähigkeit für die Unterscheidung der Farbtöne ist bei verschiedenen Personen verschieden; viele Menschen

können nicht rot von orange unterscheiden; der Maler hingegen ist vermöge seiner Anlage und Ausbildung für die Farbentöne sehr empfindlich.

Das Auge hat für den Menschen die grösste Bedeutung; es ermöglicht ihm, das tägliche Brot zu erwerben, sich vor Gefahr zu schützen, den Charakter und die Handlung anderer Menschen kennen und verstehen zu lernen, das geistige Leben zu fördern (Lesen, Schreiben, Betrachtung der Natur, der Werke des Bildhauers, der Malerei, der Schauspielkunst).

Gebrechen und Erkrankungen des Sehorgans.

1. Bei Abmagerungen schwindet das Fettpolster, und das Auge sinkt in die Höhle zurück. 2. Wenn ein Augenmuskel verkürzt wird, so entsteht das Schielen. Durch Zerschneidung der Sehne des betreffenden Muskels kann das Gebrechen gehoben werden. 3. Den Albinos oder Kakerlacken fehlt das Pigment (gewöhnlich auch in den Haaren: weisse Kaninchen, Mäuse etc.); die Lichtstrahlen werden daher zurückgeworfen und das deutliche Sehen ist erschwert. 4. Beim kurzsichtigen Auge ist die Linse zu stark gewölbt; daher entsteht das Netzhautbild ferner Gegenstände vor der Netzhaut; folglich kann durch eine entsprechende Zerstreuungslinse als Brillenglas abgeholfen werden. Beim weitsichtigen Auge verhält es sich gerade umgekehrt. 5. Wenn sich die Linse im Alter trübt, entsteht der graue Star; die getrübbte Linse kann entfernt und durch eine Konvexglasbrille ersetzt werden. 6. Wenn die Fasern des Sehnervs an ihrem Ursprung im Gehirn oder in ihrer Ausbreitung in der Retina erkrankt oder zerstört sind, entsteht der schwarze Star. 7. Manche Leute können die Farben, vielfach rot und grün nicht unterscheiden, oder sehen einzelne Farben überhaupt nicht; sie sind farbenblind. 8. Entzündung der Nasenschleimhaut (Schnupfen) kann sich durch den Thränenkanal auf die Bindehaut fortsetzen: Augenentzündung. 9. Durch Überanstrengung der Augen beim Schreiben, Zeichnen etc., besonders in grellem Lichte, bei mangelhafter Beleuchtung stellt sich Augenschwäche ein; die Augen ermüden rasch, flimmern und laufen über.

Pflege des Sehorgans.

Leite folgende Regeln ab: 1. Es sind zu vermeiden: a) zu schwaches, grelles und unruhiges Licht; b) plötzlicher Wechsel

von Licht und Dunkelheit; c) das Einfallen des Lichts von der rechten Seite; d) Überanstrengungen der Augen; e) alles, was das Blut nach dem Kopfe drängt; f) Druck auf die Augen; g) Gehirnerschütterungen durch Stoss, Fall, Schlag; h) Unreine Luft, Zugluft, grosse Hitze, Kälte und schroffen Temperaturwechsel; i) das Eindringen fremder Körper. 2. Halte das Auge rein, härte es ab durch kaltes Waschen. 3. Bringe die Gegenstände nicht zu nahe an das Auge — die natürliche Sehweite ist 25—30 cm — und neige den Kopf beim Lesen und Schreiben nicht vorn über. 4. Man übe sich im Weitsehen in der freien Natur; besonders der naturgeschichtliche und Zeichenunterricht Sorge für die Ausbildung des Farben- und Formensinnes. 5. Trage unnötigerweise keine Augengläser. 6. Der Kurz- und Weitsichtige lasse sich vom Arzte die Gläser bestimmen. 7. Die Blinden bringe man in Blindenanstalten, wo sie die erhabene Blindenschrift lesen lernen und einen entsprechenden Unterricht erhalten.

Der Mensch und die Natur.

Fasse zusammen, was der naturkundliche Unterricht — physikalische Geographie eingeschlossen — über folgende Beziehungen geboten hat; dabei soll der Mensch jeweils nach Leib und Seele in Betracht kommen.

1. Mensch und Boden
 2. Mensch und Wasser
 3. Mensch und Luft
 4. Mensch und Wärme
 5. Mensch und Licht
 6. Mensch und Pflanzen
 7. Mensch und Tiere
 8. Mensch und Mensch.
-

Biologische Leitsätze.

Leite auf Grund der gewonnenen Kenntnisse, mit den Urtieren und Lagerpflanzen beginnend und alle Stämme und alle Organsysteme berücksichtigend, folgende Leitsätze für biologische Beobachtungen im Tier- und Pflanzenreiche ab!

1. Die Natur sucht mit wenig Stoff in kleinem Raum möglichst viel zu leisten (Sparsamkeit). — Hohle Knochen und Stengel; Knospenlage der Blätter etc.

2. Alle Tier- und Pflanzenarten suchen eine zahlreiche Nachkommenschaft zu sichern. — Je mehr Feinde, desto mehr Eier oder Junge etc.

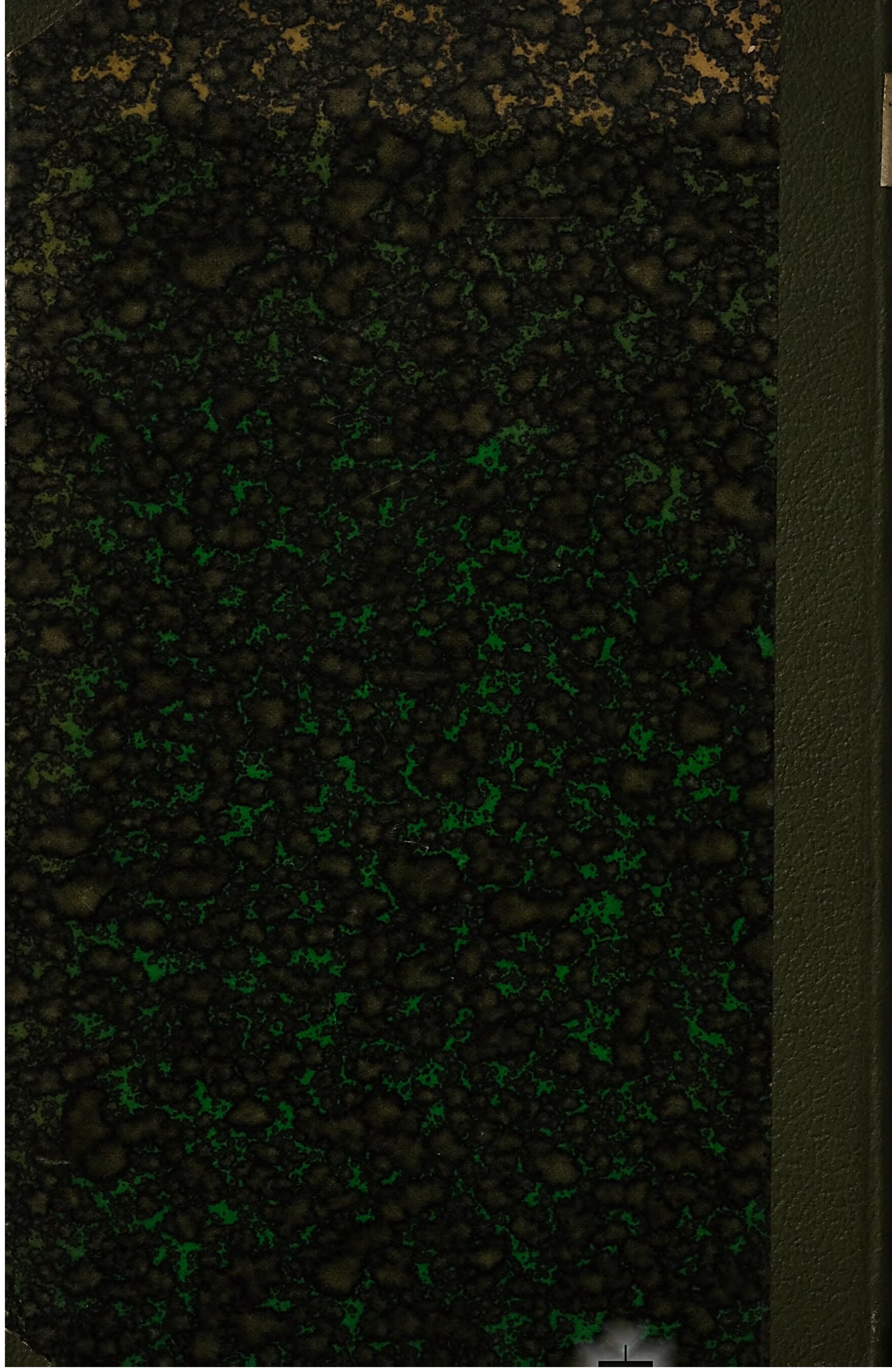
3. Die Körperbeschaffenheit ist der Lebensweise und der Lebensgemeinschaft angepasst. (Sorge für die Selbsterhaltung. Anpassung.) — Schutzfärbung, Mimikry etc. etc.

4. Die Ausbildung eines Organs beeinflusst mehr oder weniger die Ausbildung der anderen Organe (Wechselwirkung der Organe). — Der Hirsch hat ein starkes Geweih, daher eine starke Schädeldecke, daher starke Halsmuskeln, daher starke Vorderbeine etc.

5. Im Stammbaume des Tier- und Pflanzenreichs aufwärts steigend, findet man immer mehr für jede Verrichtung ein besonderes Organ ausgebildet, das also nur eine Arbeit, diese aber möglichst vollkommen ausführt (Differenzierung oder Arbeitsteilung). — Die Haut des Regenwurms ist noch Tast- und Atmungsorgan zugleich, dient ausserdem zur Bewegung und als Körperdecke etc. etc.

6. Die Entwicklungsgeschichte eines Tieres ist die abgekürzte Wiederholung seiner Stammesgeschichte, d. h. die Stufen in der Entwicklung eines Tieres gleichen der Reihe nach den niedriger organisierten Hauptformen seines Stammes (sogen. biogenetisches Grundgesetz). — Das Kaulquappenstadium des Frosches entspricht in der Organisation dem niedriger stehenden Axolotl. Eine niedrigere Entwicklungsstufe des Menschen gleicht dem Fische; sie besitzt Kiemenspalten wie die Fische, gleich viel Arterienbogen etc.

7. Manche Körperteile sind als Um- und Rückbildungen aufzufassen. — Wurmfortsatz des Blinddarmes, die Gehörknöchelchen der Säugetiere und des Menschen etc.



Lay, Wilhelm A.,

Menschenkunde verbunden mit einer vergleichenden Tierkunde Bau,
Verrichtung und Pflege des menschlichen Körpers nach neuen Grundsätzen für
Schul- und Selbstunterricht

Karlsruhe 1897

Bamberg, Staatsbibliothek -- Anat.o.62-h
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11830259-6